



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

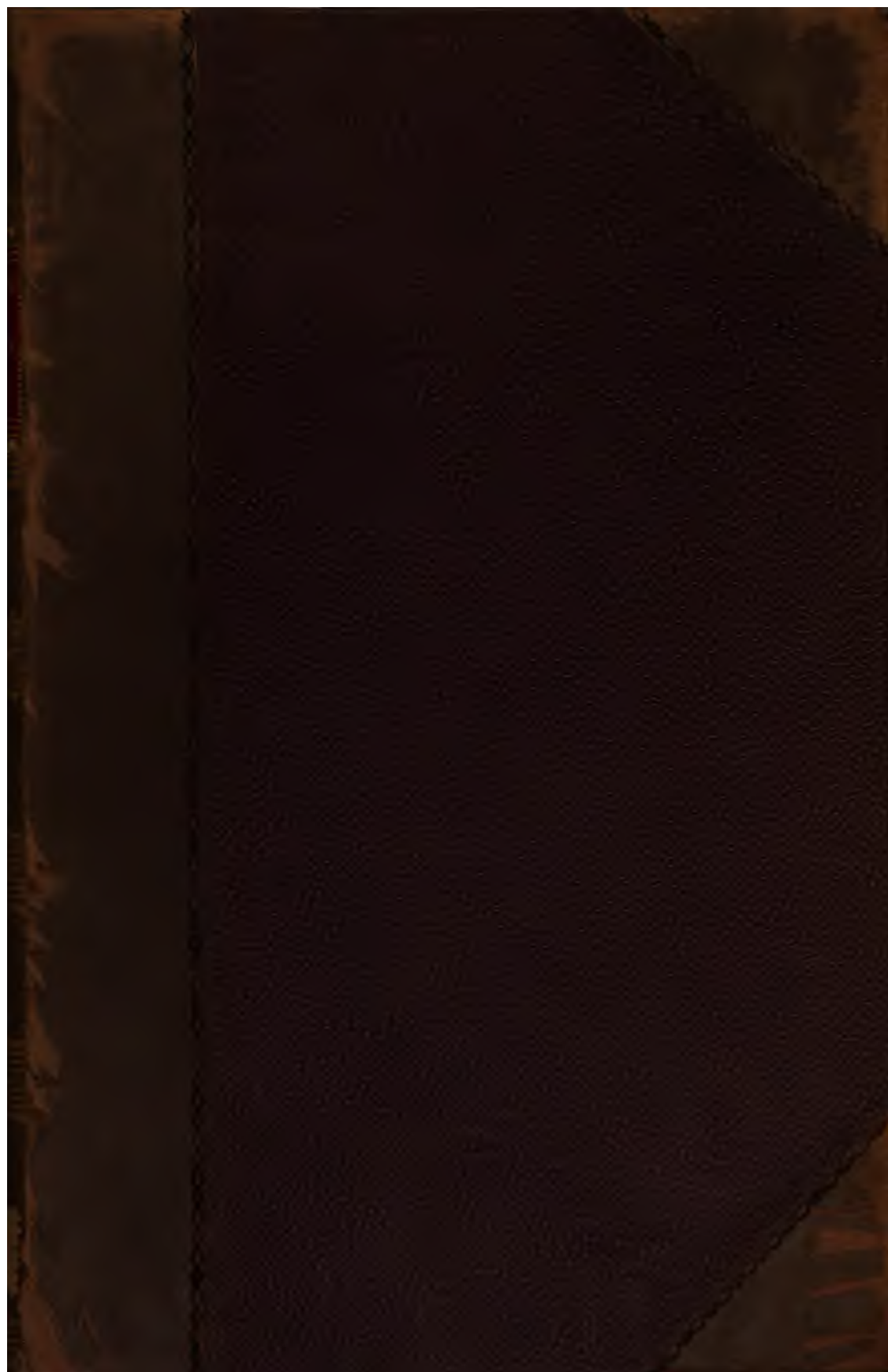
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.





600015200E

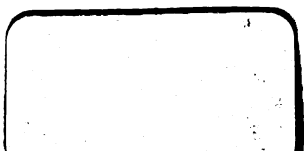
PRESS	9. 114
SHELF	13
Nº	2

C

1653

d.

8.



1



600015200E

PRESS	9. 114.
SHELF	13.
Nº	2

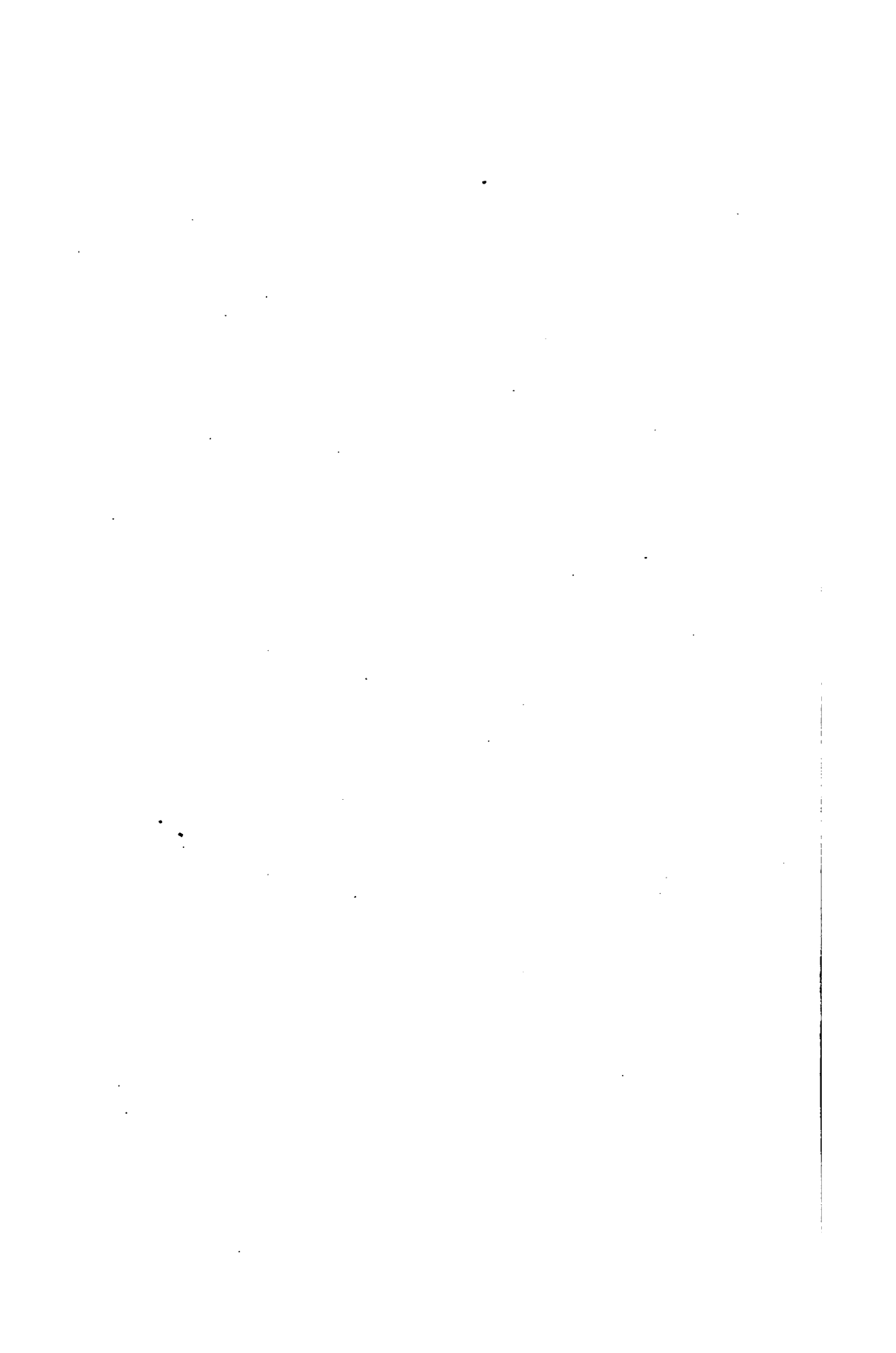
C

1653

d.

8.





GRUNDZÜGE
DER
HISTOLOGIE

ZUR
EINLEITUNG IN DAS STUDIUM DERSELBEN.

VIERUNDZWANZIG VORLESUNGEN

VON
HEINRICH FREY,
PROFESSOR.

MIT 208 HOLZSCHNITTEN.



LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1875.

Das Recht der Uebersetzung behalten sich Verfasser und Verleger vor.

HERRN

PROFESSOR DR. A. BIERMER

IN Breslau,

**DEM TREUEN FREUNDE UND UNVERGESSLICHEN
KOLLEGEN**

GEWIDMET

VOM VERFASSEN.

V O R W O R T.

Die Histologie hat sich im Laufe weniger Dezen-
nien ihr Feld siegreich errungen; sie ist zu einem inte-
grirenden Theil der medizinischen Studien geworden.
Bei der gewaltigen Fülle des Materials gestalten sich die
Handbücher nothgedrungen immer voluminöser.

Eine kurze Zusammenstellung des Wesentlichsten ist
für den Studierenden und den praktischen Arzt erwünscht.
Ich habe es oftmals äussern gehört.

Möge man also den Versuch, welchen ich hiermit
wagte, nachsichtig aufnehmen. Die Mängel des kleinen
Buches kennt der Verfasser sehr wohl.

Zürich, 10. Juli 1875.

H. Frey.

Dreizehnte Vorlesung.		Seite
Der Verdauungsapparat mit seinen Drüsen.	Mit Fig. 130—140.	146
Vierzehnte Vorlesung.		
Pankreas und Leber.	Mit Fig. 141—145.	158
Fünfzehnte Vorlesung.		
Die Lunge.	Mit Fig. 146—149.	165
Sechzehnte Vorlesung.		
Die Niere mit den Harnwegen.	Mit Fig. 150—155.	171
Siebzehnte Vorlesung.		
Die weibliche Generationsdrüse, der Eierstock mit den ausführenden Theilen.	Mit Fig. 156—161.	181
Achtzehnte Vorlesung.		
Die männliche Geschlechtsdrüse, der Hoden mit dem Ausführungsapparat.	Mit Fig. 162—166.	192
Neunzehnte Vorlesung.		
Das Nervengewebe.	Mit Fig. 167—177.	202
Zwanzigste Vorlesung.		
Die Anordnung und Endigung der Nervenfasern.	Mit Fig. 178—184.	212
Einundzwanzigste Vorlesung.		
Die Zentralorgane des Nervensystems. Die Ganglien und das Rückenmark.	Mit Fig. 185—189.	225
Zweiundzwanzigste Vorlesung.		
Die Zentralorgane des Nervensystems (Fortsetzung). Das verlängerte Mark und das Gehirn.	Mit Fig. 189.	234
Dreiundzwanzigste Vorlesung.		
Die Sinnesorgane. Die Haut, Geschmacks-, Geruch- und Gehörwerkzeuge.	Mit Fig. 190—198.	244
Vierundzwanzigste Vorlesung.		
Die Sinnesorgane (Fortsetzung). Das Auge.	Mit Fig. 199—208.	257
Register		275

Verzeichniss der Holzschnitte.

I. Originale.

Fig. 3. 4. 5. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21.
22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 30. 31. 33. 34. 35. 36. 37 (b nach SCHULTZE).
38. 39. 40. 44. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 57. 58. 61. 64. 65.
66. 68. 69. 70. 71. 73. 74. 75. 77. 78. 79 (theilweise). 81. 83. 84. 85. 86.
87. 88. 89. 90. 91. 92. 94. 98. 99. 100. 101. 102. 104. 105. 106. 109.
110. 111. 112. 114. 115. 116. 117. 120. 121. 122. 124. 126. 128. 129. 130.
133. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 142. 143. 144. 145. 148. 150. 152. 153.
154. 155 (zur Hälfte). 156. 157. 158. 160. 162. 163. 165. 166. 167. 168.
169. 170. 171. 172. 174. 175. 179. 181. 185. 186. 188. 193.

II. Kopien.

Nach ARNOLD: Fig. 97. 180.
Nach BEALE: Fig. 67. 177.
Nach BOLL: Fig. 118.
Nach BOWMAN: Fig. 76.
Nach BRUCH: Fig. 45.
Nach DEITERS: Fig. 176. 187.
Nach ECKER: Fig. 29. 134. 141. 147. 182. 183. 184. 191. 194.
Nach ENGELMANN: Fig. 90. 178. 192.
Nach FUNKE: Fig. 196.
Nach HADLICH: Fig. 189.
Nach HAECKEL: Fig. 1. 2.
Nach HEIDENHAIN: Fig. 43. 131. 132.
Nach HELMHOLTZ: Fig. 199.
Nach HIS: Fig. 107.
Nach IWANOFF: Fig. 201.
Nach KÖLLIKER: Fig. 59. 123. 127. 197.
Nach LANGER: Fig. 161.
Nach LEYDIG: Fig. 72. 95.
Nach LUDWIG: Fig. 96. 103. 151. 155 (modifizirt).

- Nach LUSCHKA: Fig. 62.
Nach MANZ: Fig. 449.
Nach MARTYN: Fig. 79. 4, 2.
Nach MÜLLER, H.: Fig. 63.
Nach MÜLLER und KÖLLIKER: 202. 206.
Nach MÜLLER, W.: Fig. 443.
Nach SAVIOTTI: Fig. 425.
Nach SCHMIDT: Fig. 408.
Nach SCHULTZE: Fig. 37b. 473. 495. 203. 204. 205. 207.
Nach SCHULZE: Fig. 6. 56. 446. 449.
Nach SCHWALBE: Fig. 208.
Nach SCHWEIGGER-SEIDEL: Fig. 82. 464.
Nach TODD und BOWMAN: Fig. 60. 93. 490.
Nach WAGNER, R.: Fig. 32.
Nach WALDEYER: 459. 498. 200.
-

Erste Vorlesung.

Allgemeines; das Protoplasma, die Zelle und ihre Abkömmlinge.

Eine tiefe Kluft trennt das Anorganische von dem Organischen, das Unbelebte von dem Lebendigen. Der Bergkrystall auf der einen, Pflanze und Thier auf der anderen Seite, welches himmelweit verschiedene Bild!

Ist jener Abgrund aber nicht zu überbrücken? wird Mancher einwerfen. Zur Zeit nicht, antworten wir. Kommenden Geschlechtern der Menschen ist es vielleicht vergönnt, an der Hand höherer Naturerkenntniss jenen gähnenden Spalt auszufüllen, und das Gebiet der stofflichen Welt als Einheit zu erfassen.

Welches sind die ersten Anfänge des Organischen? fragen wir weiter.

Einem trefflichen englischen Naturforscher, HUXLEY, gelang es im Jahre 1868, eine wunderbare Entdeckung zu machen.

Der Boden unserer Meere in beträchtlichster Tiefe ist über weite Flächen bedeckt von einer sonderbaren schleimigen Masse.

Zieht sie der Fangapparat empor, bringt man das Bathybius genannte Ding unter das Mikroskop, unter jenes Instrument, welches den Naturwissenschaften die gewaltige Welt des Kleinen

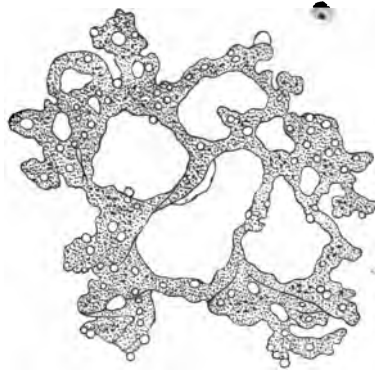


Fig. 1. Bathybius.

erobert hat, da enthüllt sich dem erstaunten Auge ein ganz eigen-
thümliches Bild (Fig. 4).

Wir erblicken eine durchsichtige Gallerte mit winzigen Körn-
chen im Innern. Vielfach treffen wir von jener umschlossen noch
kleine, aus kohlensaurem Kalk bestehende Körperchen. Sie se-
hen aus wie unsere modernen Manschettenknöpfe.

Und diese Masse lebt! Sie verändert in langsamem Formen-
wechsel ihre Gestalt aus der einen in die andere. Sie zeigt eine
beständige, wenn auch träge Unruhe. Abgetrennte Stücke bieten
die gleiche langsame Veränderlichkeit, dasselbe Leben dar.

Die Masse, welche jenen Bathybius herstellt, ist eine in Was-
ser aufgequollene stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung von höchst
komplizirter chemischer Struktur. Sie gehört der Gruppe der
sogenannten Eiweisskörper an, und wird Protoplasma genannt.
Sie gerinnt im Tode, aber auch schon bei verhältnissmässig nie-
driger Erwärmung. Die von ihr umschlossenen Körnchen bestehen
theils aus geronnenen Eiweisssubstanzen, theils aus Fett. Mineral-
substanzen fehlen ebenfalls nicht.

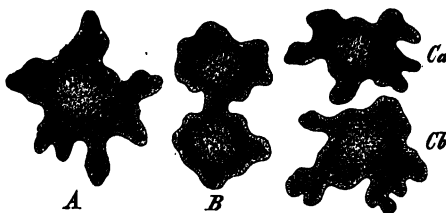


Fig. 2. Protamoeba. A ungetheilt; B beginnende und
C vollendete Theilung.

Verlassen wir die dunkle
Tiefe, wenden wir uns zur
sonnigen Oberfläche der
Gewässer, so treten uns
hier vielfach kleine Pro-
toplasmaklumpchen ent-
gegen, welche denselben
lebendigen Formenwech-
sel zeigen und bald kürzere bald längere Fortsätze vortreiben, um
letztere hinterher wieder einzuziehen; so die Protamoeba un-
serer Fig. 2. Sie sind die einfachsten Organismen oder Le-
bewesen. Sie vermehren sich durch Theilung.

Einer unserer ausgezeichnetsten Forscher, HAECKEL, hat ein
derartiges niedrigstes Wesen eine Cytode genannt.

Wir begegnen untermischt mit jenen Cytoden im Wasser ähn-
lichen Organismen, so z. B. der Amoeba (Fig. 3), wo aber im

Innern dieses ewig veränderlichen Protoplasma neben Aushöhlungen (*b*) und kleinen aus der Nachbarschaft zufällig aufgenommenen Fremdkörpern (*c*) ein rundliches Gebilde mit kleinen punktförmigen Inhaltmassen getroffen wird (*a*). Der Inhaltskörper führt den Namen des Kerns oder Nukleus; die kleinen Einschlüsse des letzteren werden Kernkörperchen oder Nukleoli genannt. Das ganze Wesen hat die Bedeutung einer einfachen nackten Zelle. Wozu der Amöbe der Kern dient, vermögen wir gegenwärtig nicht zu sagen.

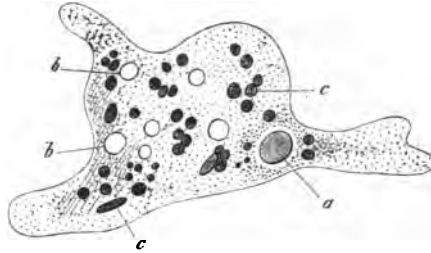


Fig. 3. Amöbe. *a* Kern; *b* Vakuolen; *c* aufgenommene Nahrungskörper.

Wir verlassen nunmehr diese niedersten Wesen, und gehen sprungweise über zur höchsten thierischen Gestalt; wir betrachten den Körper des Menschen. Die Theile desselben nennt man seit den Urtagen der Heilkunde bekanntlich Organe. Sie entsprechen den Theilstücken einer unserer Maschinen. Schon lange ebenfalls hatte man sich überzeugt, dass gewisse Massen unseres Leibes wie Knochen, Knorpel, Muskeln, Nerven an allen Stellen des Organismus wiederkehren und, wenig oder gar nicht verändert, in den Aufbau der verschiedensten Körpertheile eintreten. Diese Massen, welche den verschiedenen Stoffen, aus denen die Maschine geformt ist, verglichen werden könnten, hatte man schon frühzeitig als aus kleineren Theilen zusammengesetzt erkannt. Man verglich sie den Produkten der Weberei und bezeichnete sie als Gewebe. Der Name hat sich erhalten, und derjenige Zweig der anatomischen Wissenschaft, welcher sich mit jenen gleichartigen Massen befasst, wird Gewebelehre oder Histologie genannt.

Versuchen wir solche Gewebe zu zertrennen, so gelingt dieses mit Hülfe von Messer und Scheere anfangs sehr leicht. Die Bruchstücke gestatten eine neue Zerspaltung, und die so eben erhaltenen vielleicht nochmals eine weitere. Aber zuletzt — bald früher.

bald später — kommt ein Moment, wo auch die feinsten schneidendsten Werkzeuge den Dienst versagen; sie sind zu plump, zu grob.

Hier, wo die mechanische Analyse endigt, beginnt die optische durch das Mikroskop. Letztere ist eine ausserordentlich feine. Das Theilstückchen, welches das Scheerchen des Anatomen nicht weiter zu zerstückeln vermochte, es ergiebt sich jetzt unendlich zusammengesetzt, es kann noch aus Tausenden kleinster Elemente bestehen.

Diese Elemente sind aber wiederum Zellen oder deren Abkömmlinge.

Also jenes Gebilde, welches in selbständiger Art den Leib einer Amöbe herstellte, es erbaut jetzt, freilich in sehr bedingter Selbständigkeit, unsere Gewebe. Die Zelle ist somit in den Dienst einer mächtigen Einheit eingetreten; sie hat sich unterzuordnen und zu fügen; aber ein lebendiges Einzelwesen bleibt das Ding denn doch, vergleichbar dem Beamten eines modernen Staatswesens. Wie er seine Einzelleistung erfüllt im Dienste und als Glied eines grossen Ganzen, so arbeitet auch die kleine Zelle bis zu ihrem Tode unverdrossen fort.

Es erscheint von Interesse, dass diese sehr kleinen lebendigen Bausteine im Körper höherer Thiere immer Zellen bilden und dass die HAECKEL'schen Cytoden verschwunden sind.

Wir nannten die Zellen des menschlichen Organismus so eben sehr klein. Ihre Durchmesser schwanken in der That von 0,076, 0,0375, 0,0228 bis herab zu 0,0057 mm. So wird es möglich, dass ein geringes Stückchen Körpersubstanz, etwa ein Kubikmillimeter, ausserordentliche Mengen derselben umschliessen kann. Man hat berechnet, dass jenes Raumtheilchen menschlichen Blutes 5 Millionen einer allerdings nur 0,0077 mm messenden röthlichen Zelle zu enthalten vermag.

Die Zellen bieten nun sehr beträchtliche Verschiedenheiten dar. Letztere sind mit der Entwicklung des Körpers erst nachträglich gewonnen worden. In der ersten Zeit des embryonalen Lebens war alles noch sehr ähnlich.

Die Grundform einer Zelle ist diejenige einer Kugel oder eines der Kugelform sich annähernden Körpers. So erscheinen die Zellen *d e g b* unserer Fig. 4. Auch die Zelle, aus welcher in bedeutungsvoller Weise die Leiber aller höheren Thiere hervorgegangen sind, das Ei-chen (Fig. 5.), zeigt sich als elegantes kugliges Gebilde.

Von dieser Grundform werden, durch Kompression und Anpassung entstanden,

zwei andere Gestalten leicht abzuleiten sein, die hohe schmale oder, wie man sagt, zylindrische Zelle (Fig. 6. *b*) und die abgeflachte. Letztere gestaltet sich zuletzt zu einem dünnen Plättchen oder Schüppchen (Fig. 7).



Fig. 4. Verschiedene Zellen mit Kern u. Protoplasma.

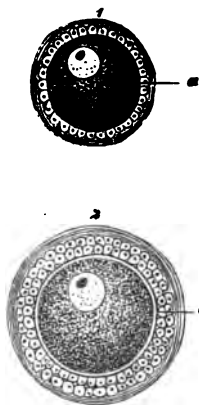


Fig. 5. Junge Eier aus dem Ovarium des Kaninchens.

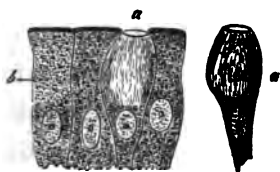


Fig. 6. Zylinderzellen des menschlichen Dünndarms. *b* gewöhnliche Elemente; *a* sogenannte Becherzellen.

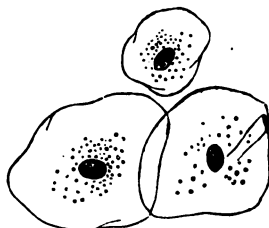


Fig. 7. Epithelialschüppchen aus der menschlichen Mundhöhle.

Bei anderen Zellen wächst der Körper in zwei entgegengesetzten Richtungen fortsatzartig aus. Wir gewinnen somit die spindelförmige Zelle (Fig. 4. *c f*). Treten solche Ausläufer in Mehrzahl ab, und verzweigen sich dieselben, so erscheint ein sonderbares Ding, die Sternzelle (Fig. 8).

Die Menge des Zellenprotoplasma und damit die Grösse des Zellenleibes vermag sehr ungleich auszufallen (Fig. 4).

Während Protoplasma ursprünglich in einer jeden Zelle vorkommt, können nachträglich andere Stoffe jenes ersetzen. So ist bei den Zellen unserer Fig. 7 eine härtere, wasserärmere Substanz, Hornstoff oder Keratin, an die Stelle getreten. Andere Zellen gewinnen Einbettungen dunkler, schwarzer Farbekörnchen von grosser chemischer Resistenz (Fig. 9). Man nennt jene dunklen Moleküle Melanin. Eins der verbreitetsten Gebilde des Men-



Fig. 8. Sternförmige Zelle aus einem Lymphknoten.



Fig. 9. Pigmentirte Bindegewebskörperchen (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus dem Säugethierauge.

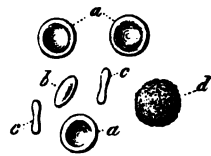


Fig. 10. Scheibenförmige Zellen des Blutes vom Menschen *a a a*. Bei *b* halb von der Seite, bei *c* gänzliche Seitenansicht. Daneben bei *d* eine Lymphoidzelle.

schenleibes ist die farblose kugelige Lymphoidzelle. Auch im Blute kommt sie vor (Fig. 10. *d*), und wandelt sich zuletzt in ein scheibenförmiges Gebilde (*a b c*) um, dessen Zellenleib eine homogene rothe Substanz von höchst verwickelter chemischer Konstitution, das sogenannte Hämoglobin, führt. Andere Zellen werden nachträglich Behälter fettiger Massen, oft in hohem Grade.

Gehen wir über zum Kern oder Nukleus, so kann dessen Durchmesser im Mittel auf $0,007—0,005^{\text{mm}}$ angenommen werden. Ursprünglich ist er ein Bläschen (Fig. 4 u. 5), also ein von feiner Hülle umschlossenes Gebilde. Kernkörperchen, Nukleoli kommen einfach, doppelt oder in grösserer Menge vor (AUERBACH). Man hat in neuester Zeit noch auf einen zwischen Kernkörperchen und Kernwandung abgelagerten Kreis kleiner

Moleküle aufmerksam gemacht und ihn Körnchensphäre genannt.

Der Kern kann diesen bläschenartigen Charakter hinterher verlieren und eine andere Beschaffenheit annehmen. So verwandelt er sich nicht selten später in ein festeres gleichartigeres Gebilde (Fig. 7), oder er wird körnig. Verlängert sich die wachsende Zelle beträchtlicher, so nimmt der Kern öfters ebenfalls eine gestrecktere Form an.

In der Regel bleibt der Nukleus ein bestimmter, ziemlich konservativer Bestandtheil der Zelle. Doch begegnen wir andern der letzteren, welche mit dem Alter den Nukleus einer früheren Lebensperiode verloren haben. Solche kernlose Zellen bilden die äussersten Lagen der unsere Haut bedeckenden Epidermis (Fig. 11). Andere Zellen (Fig. 12) enthalten im völligen Gegensatz doppelte Kerne.

Ihre Bedeutung soll uns später beschäftigen.



Fig. 11. Kernlose Zellen der Epidermis.

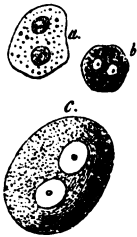


Fig. 12. Zellen mit doppeltem Kerne; a aus der Leber, b aus der Chorioides des Auges und c aus einem Ganglion.



Fig. 13. Vielkernige Riesenzellen aus dem Knochenmark des Neugeborenen.

Ganz wunderliche Gebilde von unregelmässiger Form und theilweise ausserordentlichem Ausmaass kommen im Knochenmark (aber auch manchen krankhaften Geschwülsten) vor. Man hat sie Myeloplaxen oder auch Riesenzellen genannt (Fig. 13). Sie können in ihren grossen Exemplaren ganze Schaaren der Kerne beherbergen.

Mit jenen beiderlei Dingen, dem Protoplasma und dem Nukleus, haben wir die wesentlichen Zellenbestandtheile kennen gelernt.

Die jugendliche Zelle zeigt nichts weiter.

Später kann es anders werden. Die Oberfläche des Zellenleibes erhärtet, oder von der Nachbarschaft aus wird ihr eine festere einhüllende Schicht aufgebildet. So kommt es zu demjenigen, was man, bleibt das Ding sehr dünn, eine Zellenmembran nennt, während man eine dickere Hülle mit dem Namen der Zellenkapsel versieht.

Wir sagten so eben: »es kann dazu kommen«; es muss aber nicht. Wir nehmen heutigen Tages einen anderen Standpunkt ein als unsere Vorgänger. Am Ende der dreissiger Jahre hatte SCHWANN, der Begründer der modernen Histologie, jeder Zelle irrthümlich als wesentlichen dritten Bestandtheil die Zellenmembran zugeschrieben, so dass an der Zelle zwei konzentrische Hüllen, diejenige des bläschenförmigen Kerns und die äussere des Zellenleibes vorkommen sollten. Der noch jetzt vielfach benutzte Name »Zelleninhalt« rührt aus jener Periode her.

Kein Mensch vermag anzugeben, wo denn eigentlich eine solche Membran beginnt; denn dass die Oberfläche eines Zellenprotoplasma in Berührung mit der angrenzenden Umgebung fester sich gestalten könne und in der That auch vielfach werde, das wird Niemand in Abrede stellen, welcher die so grosse Veränderlichkeit des Protoplasma kennt. Von einer Zellenmembran dürfen wir erst dann sprechen, wenn wir das Ding zu isoliren und so

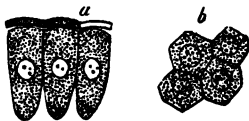


Fig. 14. Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zelle mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

sicher dem Auge des Mikroskopers vorzuführen vermögen. Eine glatte scharfe dunkle Begrenzungslinie an einer möglicherweise stark veränderten Zellenleiche gibt uns noch keinen Beweis einer Membran. Wir werden allerdings später finden, dass z. B. an einer Fettzelle die Isolirung einer Hülle

sehr leicht ist. Nehmen wir beispielsweise unsere Fig. 14, so sind die Seitenflächen der zylindrischen Gebilde *a* mit einer sicher nach-

weislichen Hülle versehen. Oben (am breiten Theil) ist es anders. Hier fehlt die Zellenmembran, und ein dickeres, von sehr feinen Längskanälchen durchzogenes Deckelstück überzieht das Protoplasma. Eine Zellenkapsel erblicken wir an dem Säugethier-Eichen (Fig. 5. 2), während ein jüngeres Ovulum (1) noch hüllenlos erscheint. Im Knorpelgewebe sind Zellenkapseln ganz gewöhnliche Vorkommnisse; wir werden uns dort näher mit ihnen zu beschäftigen haben.

Wir gehen weiter, wir fragen nach dem Leben der Zelle. Ein solches, allerdings ein beschränktes im Dienste des Ganzen, haben wir früher jener zugeschrieben.

Kann man dieses aber beweisen? Diese Frage wirft wohl Mancher auf. Wir antworten mit ja. Wir erinnern an dasjenige, was wir oben über Bathybius¹ und Protamoeba bemerkt haben, an jene ewige Veränderlichkeit, an jenes lebendige Zusammenziehungsvermögen des Protoplasma. Zahlreiche Zellen unseres Körpers, so z. B. die Lymphoidzellen (Fig. 10. d), zeigen das Gleiche und besitzen einen »amöboiden« Gestaltwechsel.

Bewirken wir im künstlichen Versuche bei einem Frosch eine Entzündung des Augapfels, so erscheint in der Augenkammer bald ein trüber Inhalt statt des klaren Wassers des Normalzustandes. In jener undurchsichtigeren Flüssigkeit treffen wir jetzt eine Unzahl Lymphoidzellen, welche man in diesem Falle »Eiterkörperchen« nennt. Unterwerfen wir in schonender Weise diese »Eiterzellen« der mikroskopischen Prüfung, so erkennen wir den uns bereits bekannten lebendigen Formenwechsel des Protoplasma. Alle Gestalten, welche unsere Fig. 15 vorführt — und noch eine Unzahl anderer — kann eine und



Fig. 15. Eiterzellen aus dem entzündeten Froschauge. a—k die Gestaltveränderungen der lebenden Zellen; l die abgestorbene Zelle.

dieselbe Zelle nach einander annehmen, bis sie endlich im Tode als sphärischer Körper (1) zur Ruhe kommt. Früher kannte man nur diese Leiche.

Noch andere merkwürdige Dinge knüpfen sich an jene Eigenthümlichkeiten des Protoplasma.

Fügen wir jener trüben Augenflüssigkeit harmlose Farbstoffe im Zustande feinsten Zertheilung, z. B. Indigo oder Karmin, bei, so sehen wir, wie das ewig unruhige Protoplasma allmählig ein Farbekörnchen nach dem anderen in den Zellenleib aufnimmt (b). Ja noch grössere Gebilde können so eingeführt werden. Trümmer oder selbst ganze rothe Blutkörperchen gelangen derartig in die Lymphoidzellen der Milz. Auf ganz gleichem Wege hatte auch die Amöbe Fig. 3) ihre kleinen Nahrungskörperchen aufgenommen. Diese Einfuhr kann in beiderlei Fällen an jeder Stelle der Aussenfläche statthaben; denn letztere ist ja überall gleich.

Durch jenen lebendigen Formenwechsel vermag unsere Lymphoidzelle ebenfalls, einer Amöbe gleich, über die Unterlage sich wegzuschieben und so allerdings sehr langsam und träge fortzuwandern. Man kann dieses in jener trüben Flüssigkeit bei der sogenannten Eiterzelle beobachten. — Nimmt man die so herrlich durchsichtige Hornhaut eines gesunden Froschauges, so sieht man Lymphoidzellen die Hohlgänge der Cornea in deutlichster Weise durchwandern, so dass sie allmählig das ganze mikroskopische Sehfeld passiren.

Man hat das ziemlich drastisch mit den Worten ausgedrückt: »Die Zellen fressen und marschiren.«

Wir greifen noch ein anderes Moment aus diesen merkwürdigen und für den Menschenleib wichtigen Dingen heraus.

Derartige amoeboide Zellen können in andere zur Ruhe gekommene Zellenformen einwandern. Die Flächen des Körpers tragen Zellschichten, welche man Oberhaut oder Epithelium nennt. Das Gewebe nimmt an katarrhalischen Reizungen der Schleimhäute starken Antheil. Aus der tieferen Schicht der letzteren wandern alsdann Lymphoidzellen in die Leiber jener Epithel-

zellen ein (Fig. 16). Man hat schon früher jene sonderbaren Zellen beobachtet, ehe man die Vitalität des Protoplasma ahnte. Man begriff natürlich damals den Vorgang nicht. Man wähte damals, die lymphoiden Zellen wären im Innern der epithelialen erzeugt worden.

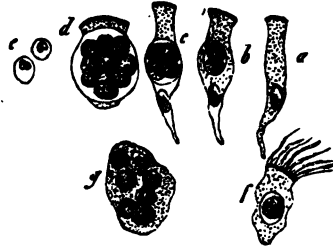


Fig. 16. Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen aus dem menschlichen und Säugethierkörper. *a* Einfache Zylinderzelle des Gallengangs vom Menschen; *b* eine solche mit 2 Eiterzellen, *c* mit 4 und *d* mit vielen dieser Inhaltzellen; *e* die letzteren isolirt; *f* eine Flimmerzelle aus den menschlichen Athemwerkzeugen mit einem, und *g* eine Plattenepithelzelle aus der menschlichen Harnblase mit reichlichen Eiterkörperchen.

Man kennt schon seit sehr langer Zeit eine Zellenform, und zwar eine Art des Epithelium, welche die frappantesten Lebenserscheinungen darbietet. Dieses ist die Wimper- oder Flimmerzelle (*f*). Sehr kleine und dünne Härchen, welche die freie Oberfläche des Zellenkörpers bedecken, sind beständig in hin- und herschnellender Bewegung begriffen. Diese Vibrationen erfolgen so ausserordentlich schnell, dass die einzelnen das menschliche Auge nicht zu unterscheiden vermag. Erst beim Absterben der Flimmerzelle erlahmen jene Schwingungen, und jetzt kann man dieselben zählen. Wir wissen gegenwärtig, dass jene feinen Wimperhärchen Protoplasmafäden sind, und dass ihre Bewegungen in den Lebenskreis jener merkwürdigen Masse fallen. Freilich die rapide Arbeit jener kleinen Haare und die träge des gewöhnliche Protoplasma bieten eine noch unerklärbare Verschiedenheit dar.

Wo Bewegung im Gebiete des thierischen Lebens, da ist auch Empfindung. Haben die Zellen, die belebten minimalen Bausteine unseres Körpers, letztere Fähigkeit? Wir können dieses unbedenklich bejahen.

Werden jene veränderlichen Gestalten, wie sie unsere Fig. 15 brachte, von einem schwachen elektrischen Reiz getroffen, so

kehren sie rasch zur Kugelform zurück, um hinterher das alte Spiel der Ausläuferbildung wieder zu beginnen.

Jeder Organismus, auch der kleinste und einfachste, hat einen Stoffwechsel; d. h. er gibt veränderte unbrauchbare Massentheile ab, er nimmt neue in sich auf, und wandelt sie zu den Bestandtheilen des eigenen Körpers um. In der Jugend überwiegt die Aufnahme; der Organismus nimmt dann an Masse zu; er wächst.

Alles dieses kommt den Zellen ebenfalls zu. Freilich der Wahrnehmung jener Lebensthätigkeiten tritt erschwerend die Kleinheit und die verborgene Existenz unserer Gebilde entgegen. Dass die Zellen wachsen, lässt sich vielfach mit grösster Sicherheit, so z. B. beim Fett- und Knorpelgewebe, zeigen. Dass sie Stoffe aufnehmen und umarbeiten, d. h. chemisch zu etwas Anderem machen, erkennen wir ebenfalls ohne Mühe. Melanin, der schwarze Farbstoff, dessen wir oben gedachten, fehlt im Blute. Er wird von der Zelle (Fig. 9) gebildet. Gallensaure Salze und Gallenfarbstoff, erstere wenigstens sicher dem Blute mangelnd, sind Erzeugnisse der lebendigen Leberzelle. Letztere liefert ferner uns ein schlagendes Beispiel der Stoffabgabe. Die beiderlei eben genannten Substanzen erscheinen später als Bestandtheile der Galle. Wir könnten leicht derartige Dinge in Mehrzahl beibringen. Doch es mögen diese paar Bemerkungen genügen; sie zeigen wenigstens das Kommen und Gehen der Stoffe.

An die Fersen des Organischen wie ein Fluch haftet sich das Gesetz des Untergangs. Vom Infusionsthierchen, dessen Leben nach Stunden zählt, bis zur Eiche, deren Existenz Jahrhunderte andauert, überall diese beschränkte Lebensdauer. Ueber den menschlichen Organismus, diesen höchsten Zellenkomplex, sagt bekanntlich ein uraltes Wort, dass er 70 und, wenn es hoch komme, 80 Jahre lebe.

Nun tritt die Frage an uns heran: sind die Zellen, diese lebendigen Bausteine unseres Körpers, ein für alle mal da, um mit uns als getreue Gefährten bleibend auszuhalten bis zur Stunde

des Todes? oder besitzt unsere Körperzelle, das zarte kleine Ding, eine beschränktere und vielleicht, verglichen mit dem menschlichen Leben, nur eine sehr kurze Existenz?

Wir antworten unbedenklich in letzterem Sinne. Der Körper lebt unter glücklichen Umständen lang, unsere Zellen kurz. Freilich den Beweis können wir zur Zeit nur sehr lückenhaft erbringen.

Wir führen wiederum ein paar Beispiele an. Dass die Aussen-seite unseres Körpers von Zellenlagen bedeckt sei, sagten wir oben. Die oberflächlichen Schichten stehen in losem Zusammenhange; es sind Zellen im Greisenalter. Die Reibung unserer Kleidung entfernt täglich gewaltige Zahlen derselben. Ein reinlicher Mensch, welcher jeden Tag energisch Schwamm und Handtuch benutzt, reibt noch grössere Mengen ab.

In unserer Mundhöhle geht es jeden Tag sehr lebhaft zu. Wir schlucken; unsere Zunge arbeitet beim Sprechen; Getränke und Nahrungsmittel passiren diesen Eingang der Verdauungswerkzeuge. Jeder weiss dieses. Die Schleimhaut der Mundhöhle ist abermals bedeckt von einer mächtigen epithelialen Zellschichtung. Auch hier werden täglich viele Tausende gealterter Zellen abgerieben. Das, was die Eingangspforte begann, dieses setzt der ganze Verdauungsapparat fort. Eine Unmasse von Zellen geht da täglich verloren.

Um die Lebensdauer einer Zellenart zu zeigen, wenden wir uns an den menschlichen Nagel. Letzterer aus einem Hautfalze hervorwachsend, ist ein Zellenkomplex. In der Tiefe des Falzes herrscht die Jugend, an dem oberen Rande, welchen wir beschneiden, das Alter. Der verstorbene Göttinger Physiologe, BERTHOLD, wies nach, dass eine Nagelzelle im Sommer 4, im Winter 5 Monate lang lebt. Ein Mensch, welcher im 80. Jahre stirbt, er hat seinen Nagel wohl zweihundertmal gewechselt — und der Nagel, er erschien als ein so stilles, scheinbar unveränderliches Ding!

Wir halten die Nagelzelle für einen verhältnissmässig lang lebenden Bestandtheil des Körpers. Wir glauben, dass die meisten unserer Leibeszellen eine weit kürzere Existenz besitzen. Wir wiederholen jedoch, es ist ein Glaubenssatz. Denn beweisen kann das eben Niemand zur Zeit; aber alles drängt zu der Ansicht, dass z. B. die rothen Blutkörperchen, von deren Menge wir oben sprachen, eine weit kürzere Existenz als die Elemente des Nagels besitzen, und sicher viele andere Zellenarten gleich ihnen.

Sind die meisten Zellen also einem frühen Tode verfallen, wie sterben sie?

Die Wissenschaft vermag darüber zur Stunde nur ungenügende Antwort zu geben. Gewisse Zellen, diejenigen der Aussenfläche des Körpers und mancher Schleimhäute, vertrocknen in alten Tagen; der Zusammenhang mit den Nachbarn löst sich, das Ding fällt von der Unterlage ab. Die rothen Blutzellen sterben, indem sie sich in der Blutflüssigkeit auflösen. Andere bleiben in dem verwickelten Gewebe der Milz stecken, und sie sind ebenfalls Kinder des Todes; denn das Blutkörperchen lebt nur in der ewigen Bewegung des Stromes; die Ruhe drückt ihm den Stempel des Todes auf.

Andere Zellen zeigen in den Tagen des Alters Körnchen der Kalksalze. Sie mumifiziren. In diesem Zustande können sie als Zellenleichen möglicherweise noch längere Zeit Körperbestandtheile bleiben. Gewöhnlicher dürften sie hinterher jedoch bald eingeschmolzen werden.

Eine sehr verbreitete Todesform thierischer Zellen im gesunden wie krankhaften Leben ist die sogenannte Fettdegeneration.



Fig. 17. Zellen aus dem GRAAF'schen Follikel des Eierstocks fettig degenerirt.

An der Stelle des Protoplasma erblicken wir in steigender Menge Moleküle fettiger Stoffe (Fig. 17). Sie ertödteten zuletzt Zellenleben und Zellenkörper.

Verliert also der menschliche Körper täglich gewaltige Mengen seiner lebendigen Bausteine, wie ersetzt er diesen Verlust?

Wir betreten hiermit ein sehr interessantes Gebiet unserer Wissenschaft. SCHWANN, der Begründer der modernen Histologie, hatte gelehrt: »Was der Krystall im Bereiche des Anorganischen, das ist die Zelle im Gebiete des Lebens.« Wie jener aus der Mutterlauge hervorschießt, so entwickeln sich in passenden thierischen Flüssigkeiten die Bestandtheile der Zelle, Kernkörperchen, Kern, Hülle und der Zelleninhalt. Die Zelle sollte also spontan entstehen.

Man huldigte längere Jahre hindurch dieser Ansicht. Sie erklärte ja alles so bequem!

Indessen das Ding war eben eine Uebereilung. Zwei hochbegabte Forscher, REMAK und VIRCHOW, der erste für den embryonalen, der letztere für den erkrankten Menschenleib, zeigten den Irrthum.

Das Reich der Organismen bildet eine Kontinuität vom Bathybius bis zum Menschen. Wir stehen keinen Augenblick an, dieses auch als unsere Ueberzeugung auszusprechen.

Man hat einem alten weltbekannten Worte: »Omne vivum ex ovo«, den Satz nachgebildet: »Omnis cellula e cellula«. Wir unterschreiben letzteren vollkommen. Die Zelle geht aus der Zelle hervor; eine spontane Entstehung im Sinne SCHWANN's giebt es nicht.

Wir kennen nur eine sichere Vermehrungsweise unserer Körperzellen.

Die Protamoeba, die kernlose HÄCKEL'sche Cytode (Fig. 2), zertrennt sich durch Abschnürung in zwei Wesen. Jedes Stück wächst durch überwiegende Stoffaufnahme zu einer neuen Protamoeba heran. Das ist nun aber auch der Fortpflanzungsakt der kernführenden menschlichen Körperzelle. Kern und Protoplasma theilen sich; aus einem Gebilde werden also zwei und so fort. Unsere Zeichnung (Fig. 48) zeigt

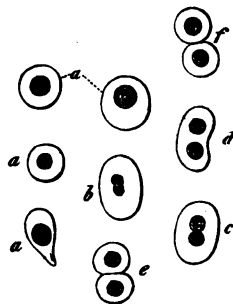


Fig. 18. Blutkörperchen junger Hirschembryonen; bei a die meist kugligen Zellen; b-f Theilungsprozess derselben.

diesen Vermehrungsprozess embryonaler Blutkörperchen. Ist die Zelle aber einmal durch eine Hülle oder eine Kapsel umschlossen, ist das Protoplasma eingefangen, dann (Fig. 19) tritt der Gegensatz des Aktiven und des Passiven uns frappant entgegen. Die Kapsel bleibt starr und still, die Zelle im Gefängniss bewahrt das alte Leben. Man hat unseren Vermehrungsprozess in alter Zeit als »endogene Zellenbildung« schlecht genug bezeichnet; man hat von Mutter- und Tochterzellen gesprochen. Die sogenannte Mutterzelle ist eben nichts anders als die Zellenkapsel.

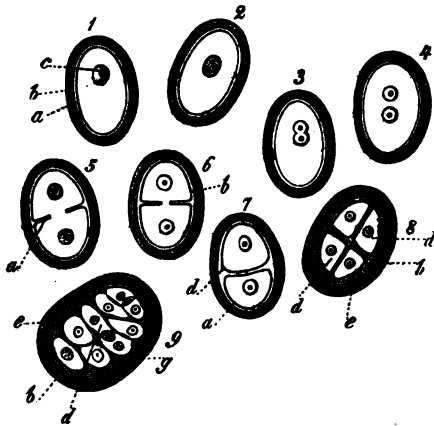


Fig. 19. Schema sich theilender eingekapselter Knochenzellen. a Zellenleib, b Kapsel, c Kern, d endogene Zellen; e nachträgliche Kapselbildungen.

Erfolgt aber der Theilungsprozess der menschlichen Zelle langsam oder rasch? Wir glauben das letztere; doch einen Beweis können wir hier kaum erbringen. In niederen Thiergruppen kommen allerdings rasch ablaufende Theilungsprozesse vor.

Wir dürfen aber den Theilungsprozess noch nicht verlassen; denn nun tritt die Frage an uns heran: Welcher Zellenbestandtheil, Kern oder Protoplasma, übernimmt hier die Hauptrolle? Dass ein kernloses Protoplasma klümpchen sich zu theilen vermag, lehrte die *Protamoeba*. Möglicherweise wird der Kern nur passiv mit durchschnürt, eine Ansicht, welcher wir zugeneigt sind. In dessen Zellen, welche im ungetheilten Leibe zwei getrennte Kerne zeigen (Fig. 12, 18, 19), bis zu den vielkernigen *Myeloplaxen* (Fig. 13), bilden einen gewissen Einwand. Also hier abermals Unsicherheit.

Nehmen wir Blut, Lymphe und Chylus, so sind dieses Massen, wo in reichlicher Flüssigkeitsmenge Zellen suspendirt sind, beim

Blute, wie wir schon wissen, in enormen Mengen. Etwas Aehnliches stellt ein pathologisches Produkt, der Eiter, dar. Soll man hier von Geweben sprechen? Unserer Meinung nach ist es erlaubt. Doch, wir geben es gerne zu, man kann die entgegengesetzte Ansicht vertheidigen.

Andere Gewebe, wie das des Epithelium oder der Oberhaut (Fig. 20), zeigen in dichter Aneinanderreihung die zelligen Elemente. Indessen, schon die erste Beobachtung lehrt es, unsere Zellen sind nicht lose gegen einander gedrängt, sie hängen innig zusammen. Sie sind mit einander verklebt oder verkittet. Man nennt diese Masse, welche in minimal dünner Schicht sehr häufig auftritt, entweder den Gewebekitt oder die Interzellulärsubstanz. Legt man ein derartiges Gewebestückchen kurze Zeit in sehr verdünnte Höllesteinlösung, und setzt man jenes dann dem Lichte aus, so wird dieser Gewebekitt schwarz. Man macht von diesem trefflichen Hilfsmittel heutigen Tages den vielfachsten Gebrauch. Man hat in dieser Weise vor Jahren erkannt, dass die feinsten Blutgefäße, die sogenannten Kapillaren, aus verkitteten, lang ausgezogenen Zellenplättchen hergestellt werden, welche zum Rohr eingekrümmt sich verbinden (Fig. 21).

Sternförmige Zellen (Fig. 22) können mit ihren Ausläufern verschmelzen und ein sehr zierliches Netzwerk herstellen. Die Maschen vermögen mit homogener Gallerte, aber auch mit einer Unzahl von Lymphoidzellen erfüllt zu sein. Im

Frey, Grundzüge.

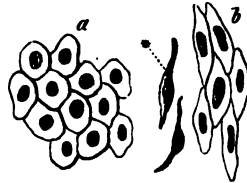


Fig. 20. Einfache Plattenepithelien; a einer serösen Membran, b der Gefäße.

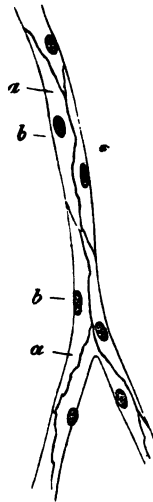


Fig. 21. Haargefäß aus dem Mesenterium des Meerschweinchens nach Einwirkung der Höllesteinlösung. a Gefäßzellen, b deren Kern.

ersteren Falle haben wir wiederum eine Art von Interzellularsubstanz.

Die letztere gewinnt in manchen Geweben eine bedeutende Mächtigkeit. So im Knorpel. Anfänglich (Fig. 23) ist jene Zwi-

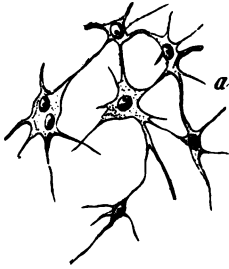


Fig. 22. Zellen aus dem sogenannten Schmelzorgan eines viermonatlichen menschlichen Embryo.

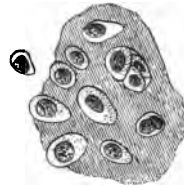
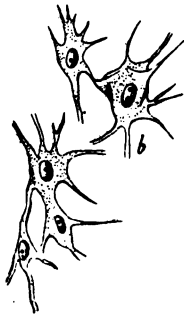


Fig. 23. Knorpel eines jungen Schaffötus.

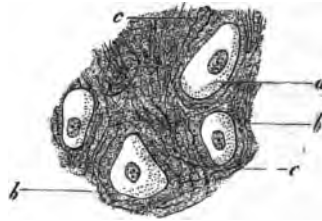


Fig. 24. Ohrmuschelknorpel des Kalbes.
a Zellen; b Interzellularsubstanz; c elastische Fasern der letzteren.

schenmasse überall homogen. Diese Beschaffenheit erhält sich entweder, oder aus der Interzellularsubstanz schießen hinterher Fasern auf. Häufig (Fig. 24) treffen wir dieselben filz- und netzartig gekreuzt. Sie zeigen Reagentien gegenüber ein hartnäckiges Widerstandsvermögen. Man nennt solche Fasern elastische. Also — wir wiederholen es — die elastische Faser ist durch nachträgliche Umwandlung einer ursprünglich homogenen Substanz entstanden.

Unendlich weit verbreitet durch den Menschenleib ist das Bindegewebe. Ein Stückchen desselben, aus dem embryonalen

Körper herausgenommen, zeigt uns neben Zellen Bündel sehr feiner Fibrillen, der Bindegewebsfasern (Fig. 25). Ihnen kommt ein ganz ähnlicher Ursprung zu. Hinterher hat das Bindegewebe auch noch jene elastischen Fasern ausgebildet, welchen wir so eben im Knorpel begegnet sind.

Wo kommen aber Gewebekitt und Interzellularsubstanz her? Sind sie von der Nachbarschaft zwischen die Zellen eingeschoben worden — oder haben die Zellen selbst jene Massen geliefert?

Letzteres ist der Fall. Jene Massen waren einstens Bestandtheile des Zellenkörpers, stellten einmal Protoplasma her. Man hat die Formung jener Massen bald mehr einem Absonderungsakt der Zelle, bald mehr einer Umwandlung der Aussentheile des Zellenleibes verglichen. Wir denken, es kommt beides vor, und die Differenz zwischen jenen Anschauungen ist in der That keine erhebliche zu nennen.

Indessen auch von aussen her kann der einzelnen Zelle oder einem Zellenkomplex etwas aufgelagert werden, was mit jenen in nähere Verbindung tritt. Das Säugethier-Eichen (Fig. 5) zeigt eine Kapsel. Sie ist das Elaborat der kleinen, das Ovulum bedeckenden Zellen (a).

Die Kapsel der Knorpelzellen erscheint der Eikapsel höchst ähnlich. Indessen ihre Herkunft ist eine völlig andere. Die Knorpelkapsel haben die Knorpelzellen selbst gebildet. Wir kommen darauf später zurück.

Die Drüsen (Fig. 26) bestehen aus sekrethbildenden

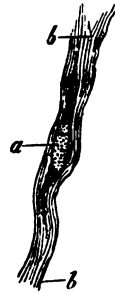


Fig. 25. Aus der Sehne eines Schweinsembryo. a die Zelle; b der Bindegewebsbündel.



Fig. 26. Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei a eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria*; bei b entweicht der Inhalt durch einen Riss jener.

Zellenkomplexen, umschlossen von wasserheller Hülle, der sogenannten *Membrana propria*. Diese ist kein Absonderungsprodukt des Zellenhaufens, wie man früher annahm. Die Hülle ist vom angrenzenden Bindegewebe dem Drüsenzellenhaufen umgebildet worden. Sie kann strukturlos bleiben; in ihren Aufbau vermögen aber auch äusserst flache Sternzellen einzutreten. Sie erscheinen dann als zarte rippenartige Verdickungen jener Membran.

Wir wollen noch ein Beispiel einer weit getriebenen Zellenumwandlung anreihen; wir sprechen vom quergestreiften willkürlichen Muskel.

Derselbe, ein dicker, zylindrischer Faden, nicht selten von beträchtlicherer Länge, besteht aus einer kontraktilen, längs- und quergestreiften Substanz. In den Aussentheilen letzterer liegen zahlreiche Kerne mit anhängenden Protoplasma-resten. Umhüllt wird jener von glasheller Scheide. Das Ganze aber geht aus einer einzigen Zelle hervor (Fig. 27). Dieselbe (*a*) wächst unter fortgehender Kernvermehrung zum Faden aus, das Protoplasma wandelt sich in die längs- und quergezeichnete Substanz um (*c*); nur dürftige Ueberbleibsel umhüllen die Kerne, sie zu einer rudimentären Zelle gestaltend, und von dem angrenzenden Bindegewebe her wird dem Ding die homogene Hülle umgebildet.

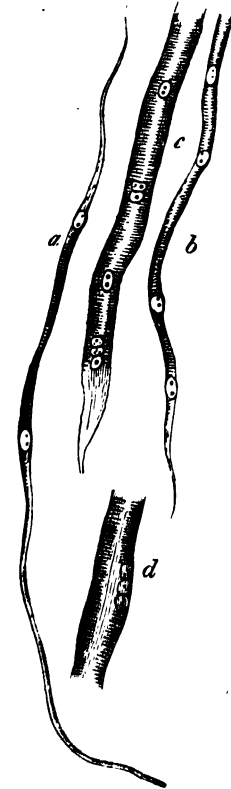


Fig. 27. Zur Entwicklung des quergestreiften Muskelfadens (Schälfembryo).

Die angeführten Beispiele mögen genügen. Sie zeigen wenigstens, wie das Verschiedenartigste durch nachträgliche Zellenumwandlung aus ursprünglich Aehnlichem entstehen kann, und sie ergeben die hohe Bedeutung der Zelle für den Aufbau des Organismus.

Zweite Vorlesung.

Gewebeeintheilung. Blut. Lymphe. Chylus.

Eine Eintheilung der Gewebe wurde im Laufe der Zeiten oft versucht; aber sie ist und bleibt ein sehr schwieriges Ding. Eine wissenschaftlich genügende Gruppierung kann nur auf den Entwicklungsgang der Formelemente gegründet werden. Leider ist jener noch nicht überall sicher hergestellt. Nun könnte man trotzdem an der Hand der Entwicklungsgeschichte strenge vorgehen, man könnte die bekannten drei Keimblätter, aus welchen der Embryo hervorgeht, als Basis der Eintheilung benutzen. Indessen die Darstellung der so gruppirten Gewebe würde mit nicht unbeträchtlichen Schwierigkeiten verknüpft sein.

Wir wollen deshalb eine vorwiegend künstliche Eintheilung benutzen, welche bei aller Mangelhaftigkeit wenigstens den Vorzug besitzt, dem Lernenden das Material in bequemerer Form vorzuführen.

Wir unterscheiden:

A. Gewebe einfacher Zellen mit flüssiger Zwischensubstanz: 1) Blut, 2) Lymphe und Chylus.

B. Gewebe einfacher Zellen mit spärlicher, fester, strukturloser Zwischensubstanz: 3) Epithelium, 4) Nägel, 5) Haare.

C. Gewebe einfacher oder umgewandelter Zellen mit theils noch homogener, theils faseriger und nicht selten festerer Zwischenmasse (Bindesubstanzgruppe): 6) Knorpel, 7) Gallert-Gewebe und retikuläre Bindesubstanz, 8) Fettgewebe, 9) Bindegewebe, 10) Knochengewebe, 11) Zahngewebe.

D. Gewebe umgewandelter, in der Regel nicht verschmolzener Zellen mit spärlicher strukturloser Zwischenmasse: 42) Schmelzgewebe, 43) Linsengewebe, 44) Muskelgewebe.

E. Zusammengesetzte Gewebe: 45) Gefässe, 46) Drüsengewebe und 47) Nervengewebe.

In dieser Weise wollen wir also vorgehen.

Wir wenden uns zunächst zum Blute.

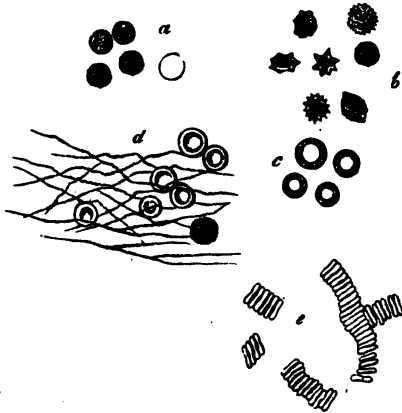
»Blut ist ein ganz besonderer Saft«, lässt Göthe seinen Mephisto sagen. Die heutige Wissenschaft unterschreibt nach fast hundert Jahren den Ausspruch vollkommen.

Bringen wir ein Tröpfchen jener dem unbewaffneten Auge gleichmässig erscheinenden Flüssigkeit ausgebreitet zu dünner Schicht unter das Mikroskop, so überrascht uns ein eigenthümliches Bild. Verschwunden ist das gleichmässige Roth; in farbloser Flüssigkeit treten uns zahllose gelbgefärbte Zellen entgegen. Das Fluidum nennt man Plasma, die Zellen tragen den Namen der farbigen oder rothen Blutkörperchen (Fig. 10. a, b, c). Unter den gefärbten Gefährten bemerkt man bei genauerer Durchmusterung noch sehr spärlich ein anderes farbloses Gebilde. Das ist die Lymphoidzelle des Blutes, das sogenannte weisse Blutkörperchen (d).

Die rothen Blutzellen des Menschen sind winzige Gebilde; sie messen nur 0,0088—0,0054 mm . Ihre Kleinheit und ihre Unzahl machen es möglich, dass ein kleines Raumtheilchen; dass ein Kubikmillimeter Blutes 5 Millionen derselben zu enthalten vermag.

Die Gestalt, wie Fig. 10 lehrte, ist eine kreisförmige, der Randtheil erscheint gelb, die Mitté hell und nahezu farblos. Rollt das Blutkörperchen über die mikroskopische Glasplatte, so ergibt die Seitenansicht das Bild bei c. Unsere Zelle stellt demgemäss eine kreisförmige Scheibe mit exkavirten Mittelpartien beider breiten Flächen dar.

Das rothe Blutkörperchen ist im Uebrigen ein sehr delikates veränderliches Ding. Im verdunstenden Blute wird es zackig (Fig. 28. *b*). Rasch aufgetrocknet bietet es das Bild von *c* dar. Bei Wasserzusatz wird die Zelle kuglig unter Entfärbung. Der Farbstoff, eine höchst komplizierte Substanz, Hämoglobin genannt, ist nun in Lösung übergegangen. Auch im vorher gefrorenen Blute sehen wir Aehnliches. Der farblose Ueberrest wird Stroma genannt.



Eine Reihe von Reagen-

tien, welche man auf unsere Gebilde seit langen Jahren einwirken liess, wirken ähnlich, theils quellend, theils schrumpfend. Bei keiner Behandlung kommt aber ein Kern zum Vorschein. Das rothe menschliche Blutkörperchen ist also eine kernlose Zelle.

Fig. 28. Rothe Blutkörperchen des Menschen. *a* mit Wasser behandelt; *b* in verdunstendem Plasma; *c* aufgetrocknet; *d* nach der Gerinnung; *e* rollenartig gruppiert.

Hat das Ding eine Membran, besitzt es eine Hülle? fragen wir weiter. Wir antworten verneinend. Ein interessanter Versuch ist unserer Meinung nach hier entscheidend. Erwärmt man lebendige Blutzellen auf 52°C. , so gerathen sie in wunderliche Umänderung. Schnell treten Einkerbungen des Randes auf, und sehr bald erfolgen theilweise Abschnürungen des Zellenkörpers, die entweder unmittelbar abreißen, oder durch eine dünne stielförmige Brücke mit dem Haupttheile in Verbindung bleiben. Die seltsamsten Bilder bieten sich hierbei dem Auge dar. Es liegt auf der Hand, dass nur ein hüllenloser Zellenleib derartige Abschnürungen darbieten kann.

Die Zellen, diese lebendigen Bausteine unseres Körpers, fallen sonst bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr ähnlich aus; nicht so aber beim Blute. Gering sind allerdings die Differenzen bei den

meisten Säugethieren; die Form bleibt, nur die Durchmesser schwanken in etwas. Wenige Wiederkäuer, Kamel, Alpaka und

Lama, haben ovale Zellen (Fig. 29. 2).

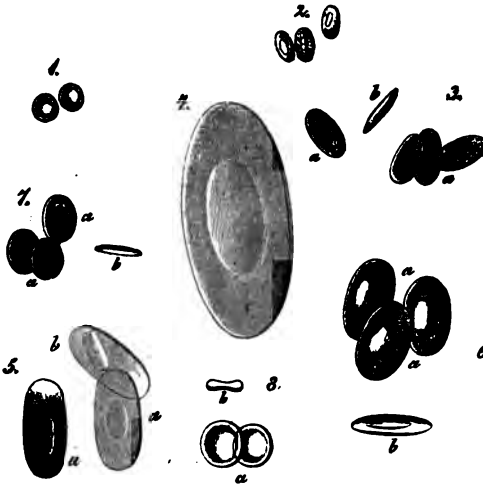


Fig. 29. Farbige Blutzellen; 1. vom Menschen, 2. vom Kameel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes. Bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach Wagner).

Elliptisch erscheinen dann die Blutkörperchen der Vögel (3), Amphibien und der meisten Fische (3). In der Mitte beider breiten Flächen begegnen wir aber hier einer Anschwellung. Der Durchmesser ändert nur in interessanter Weise. Bei den Vögeln beträgt er 0,0184—0,0150 mm, bei beschuppten Amphibien

0,0182—0,0150, bei Knochenfischen (7) 0,0182—0,0144. Gewaltige Dimensionen erlangen unsere Zellen bei Rochen und Haien mit 0,0285—0,0226 mm, dann bei Batrachiern. So haben Frösche (6) und Kröten Blutkörperchen von 0,0226, die Tritonen (5) bis 0,0325; noch ansehnlichere der Landsalamander. Der Gruppe der Fischlurche aber kommen die allergrössten zu. Beim Proteus (4) messen sie 0,057 mm. Die Cyclostomen, eine niedrige Gruppe der Fische, führten sonderbar wiederum kreisförmige bikonkave Scheiben von 0,0143 mm Ausmaass (8).

Alle jene Blutkörperchen verhalten sich Reagentien gegenüber denjenigen von Mensch und Säugethier gleich. Da-



Fig. 30. Blutzellen des Frosches mit granulirten Kernen.

gegen erhalten wir jetzt überall einen Kern. Schon in der absterbenden Zelle wird er sichtbar. Viele Reagentien, z. B. Wasser, hochverdünnte Essigsäure, lassen

ihn als körniges Gebilde (Fig. 30. *a, b*) aus der jetzt entfärbten Zelle hervortreten.

Viel gleichartiger fällt das zweite Formelement des Blutes, die Lymphoidzelle aus. Die Form ist überall die sphärische, die Grösse beträgt beim Menschen (Fig. 40. *d*. Fig. 31, 1—4) seltener 0,005, gewöhnlich 0,0077—0,012 mm. Die meisten unserer Gebilde übertreffen demnach die farbigen Blutkörperchen an Ausmaass. Ebenso ist es bei den Säugethieren. In den übrigen Klassen der Vertebraten bleibt jedoch die Lymphoidzelle kleiner als das farbige Element.

Jene zeigt ein feinkörniges Protoplasma bei granulirtem Umriss. Einzelne Lymphoidzellen beherbergen daneben noch Fettmoleküle (4). Lassen wir Wasser einwirken, so beginnt alsbald (5) der Kern sich abzuheben. Hinterher erhalten wir Kernformen, wie sie die Zellen 6, 7 und 8 besitzen. Andere Zellen zeigen einen nierenförmigen (9) oder dreistückigen Kern (10, 11). Dieses Artefakt kann schliesslich in eine Anzahl kleiner Trümmer zerfallen (12).

Die Lymphoidzellen adhären leicht, sie haben etwas Klebriges. Ihre Eigenschwere ist geringer als diejenige der rothen Blutkörperchen. Während des Lebens treffen wir den schon früher geschilderten amöboiden Formenwechsel, sowie eine dadurch bedingte Lokomotion, und zwar im verdünnten Plasma am lebhaftesten (THOMA). Auch gefüttert kann die Zelle werden.

Auf 1000 rothe Blutzellen kommen beim Menschen 1, 2 bis 3 farblose. Die Menge steigt nach einer reichlichen Mahlzeit, nach Blutverlust, also unter Umständen, welche auf regere Blutbildung deuten. — Ein interessantes Verhalten bietet die Milz dar. Das in sie einströmende Blut zeigt die gewöhnliche geringe Zahl der Lymphoidzellen, während in dem Blute der Milzvene 5, 7, 12,

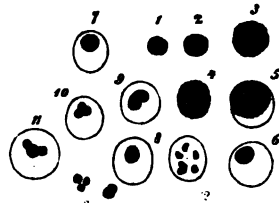


Fig. 31. Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmasse.

15 und mehr jener vorkommen. Bei niederen Wirbelthiergruppen ist die Zahl der farblosen Zellen viel bedeutender; es beträgt beim Frosch das Verhältniss der Lymphoidzelle zum rothen Blutkörperchen 1 : 4—10.

Zu Kreislaufsbeobachtungen eignet sich die Schwimmhaut des Frosches, sowie der Schwanz seiner Larve. Das wundervolle

Schauspiel (Fig. 32) lehrt, wie die farbigen Blutkörperchen leicht und rasch vorbei und an einander hintreiben, während die klebrigen Lymphoidzellen viel weniger schnell von der Stelle gelangen, und nicht selten für einige Zeit der Innenfläche des Gefässes anhaften.

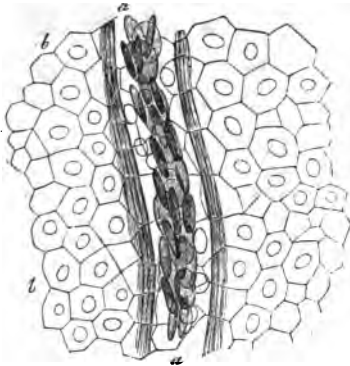


Fig. 32. Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches. a das Gefäss; b die Epithelialzellen des Gewebes.

Wo stammen aber unsere Lymphoidzellen her? Zunächst einmal aus Lymphe und Chylus, d. h. aus den Lymphknoten, dann

aus der Milz und dem Knochenmark. Aus beiden letzteren Theilen nimmt sie der Blutstrom fort.

Was wird aus unseren Zellen in den Adern?

Sie gehen zum Theil allmählig in rothe Blutkörperchen über und decken den Untergang der letzteren. Ob jedoch ein grosser oder nur ein geringer Theil jene Umwandlung erleidet, vermögen wir noch nicht zu sagen; wir müssten dazu die Lebensdauer der rothen Blutkörperchen erst genauer kennen.

Das Wie dieser Umänderung können wir einigermaßen angeben. Die Kugelgestalt wandelt sich in die spezifische der rothen Blutzelle um, und das Protoplasma wird durch homogene farbige Masse ersetzt. Bei Säugethier und Mensch endlich kommt es noch zum Verlust der Kerne.

Man kennt seit Jahren vereinzelte derartige Zwischenformen

aus dem Blute, namentlich demjenigen der Milz, aus dem Milchbrustgang und dem Knochenmark.

Die hellrothe Farbe des arteriellen und die dunkle des venösen Blutes beruhen auf Verbindung des Sauerstoffs mit dem Häoglobin oder Reduktion der letzteren. Ausgedehnte Formveränderungen der Blutkörperchen wirken ebenfalls farbenverändernd ein. Gequollen verleihen sie unserer Flüssigkeit ein dunkleres, geschrumpft ein helleres Kolorit.

Ueberlassen wir ein Tröpfchen Blut sich selbst, so gerinnt es. Die fadenförmige Abscheidung des sogenannten Faserstoffs zeigt unsere Fig. 28. d.

Hat man Blut geschlagen, d. h. den sogenannten Faserstoff zur Gerinnung gebracht, so senken sich die Zellen, die rothen rascher, die farblosen leichteren langsamer. Erstere gruppiren sich hierbei zu Rollen (e).

Wir kommen endlich zur Blutbildung des Embryo. Die flache Keimanlage, aus welcher der Menschenleib hervorgeht, besteht aus drei übereinander gebetteten membranösen Zellenschichten, dem Hornblatt, dem mittleren Keimblatt und dem sogenannten Darmdrüsenblatt (REMAK). Herz, Gefäße und Blut gehen aus jenem Mittelblatt hervor, aus welchem im Körper überhaupt sehr vieles wird.

Das erste Blut erscheint sehr früh und besteht nur aus farblosen Zellen, gebildet von Protoplasma und einem bläschenförmigen Kern. An die Stelle des feinkörnigen Protoplasma setzt sich allmählig die homogene gelbe Substanz. Wir haben jetzt gekernnte farbige Blutkörperchen (Fig. 48. a) von 0,0056—0,046 mm vor uns.

In dieser Zeit kommt es dann auch zu einer Vermehrung auf dem Wege der Theilung (a—f). Später erlischt jener Vorgang, und die Zellen nehmen mehr und mehr unter Verschwinden der Kerne die spezifische Gestalt an

Gehen wir jetzt über zu Lymphe und Chylus.

Die Flüssigkeit des lebenden Blutes, das Plasma, tritt beständig durch die dünnen Haargefässwandungen in das angrenzende Gewebe. Sie bringt letzterem die ernährenden Stoffe, dem einen diese, dem zweiten wiederum andere. Jener Flüssigkeit mischen sich aber die Zersetzungsprodukte der Gewebe bei. Letztere sind abermals different.

Die somit in ihrer chemischen Konstitution variablen Gewebeflüssigkeiten sammeln sich zuletzt in Lücken und Spalträumen des Körpers. Aus diesen entwickeln sich allmählig dünnwandige Gefässe, welche zuletzt zu grösseren Stämmen gesammelt in die Blutbahn einmünden. Man nennt jene Lymphgefässe und die flüssige Inhaltsmasse, deren Natur wir eben schilderten, die Lymphe.

Auch die Dünndarmwandungen haben ihren Lymphbezirk. Zur Zeit der dem Ende zutreibenden Verdauung tritt vorübergehend eine andere, trübe oder weisse, Eiweissstoffe und Fette in reichlicher Menge enthaltende Flüssigkeit in jene ein. Das ist der Milchsaft oder Chylus. Die Kanäle tragen den Namen des Chylusgefässsystems.

Die Lymphe erscheint farblos, wasserhell. Aus feinsten Gefässen entnommen, kann sie ohne Zellen bleiben. Aus stärkeren Bahnen, namentlich nach der Passage von Lymphknoten oder verwandten Gebilden entleert, enthält sie jene reichlich. Doch bleibt sie immer unendlich zellenärmer als das Blut. Es sind dieselben Lymphoidzellen, welche wir schon vom Blute her kennen (Fig. 34). Jede weitere Schilderung ist also unnütz.

Die Lymphe bietet nichts weiter dar. Im Chylus dagegen — und sie bewirken das trübe oder weissliche Ansehen der Flüssigkeit —, treffen wir in Unzahl unendlich feine staubartige Moleküle. Bei starken Vergrösserungen zeigen sie ein eigenthümliches tanzendes Umhertreiben, die sogenannte Brown'sche Molekularbewegung. Doch diese ist hier nichts Eigenthümliches. Sie kommt allen kleinsten, im Wasser suspendirten Körper-

chen zu, kleinen Fetttheilchen, kleinsten Krystallen, Karminkörnchen u. dergl. mehr. Jene staubartigen Partikelchen bestehen aus Fett, umhüllt von dünnster Eiweisschale.

Als zufällige Bestandtheile können in Lymphe und Chylus rothe Blutkörperchen, bisweilen als Uebergangsformen angetroffen werden. Letztere habe ich im *Ductus thoracicus* des Kaninchens gesehen.

Indessen auch von Blutgefässen ausgepresste rothe Blutzellen vermögen wohl zuletzt lymphatische Bahnen zu erreichen. Dass die aktiv ausgewanderten farblosen Blutzellen in jene Gänge sehr oft eindringen, um also wieder die Rückreise in's Blut anzutreten, unterliegt kaum einem Zweifel.

Dritte Vorlesung.

Die Oberhaut oder das Epithelium.

Unter Epithel versteht man dicht gedrängte, durch minimale Kittmengen (S. 17) zusammengehaltene Zellschichten. Sie überziehen die Oberfläche des Körpers, äussere wie innere.

Alle drei Blätter der Keimanlage (S. 27) betheiligen sich an der Herstellung des uns beschäftigenden Gewebes. Das Hornblatt liefert den Ueberzug der Lederhaut, die sogenannte Epidermis. Das unterste Keimblatt formt das Epithelium der Verdauungswerkzeuge und der von letzteren entstandenen Organe. Nicht minder wichtig ist die Rolle der mittleren Zellschichtung. In ihr entstehen hinterher mannigfache Hohlräume, die Gänge des Gefässsystems, die sogenannten serösen Säcke, die Gelenkhöhlen bis herab zu zahllosen kleinen und kleinsten Gewebespalten. Alles das trägt wieder seine epitheliale Zellendecke. Man nennt letztere nun Endothelium. Der Grundgedanke ist richtig; doch die Grenze ist zur Zeit noch nicht überall scharf zu ziehen.

Das Epithel besteht entweder aus einfacher Zellenlage, oder die Zellen kommen mehr- und vielfach über einander geschichtet vor. Man unterscheidet demgemäss ungeschichtetes und geschichtetes Epithel. Letzteres stammt vom Hornblatt. Ersteres kommt dem sogenannten Darmdrüsen-, sowie dem mittleren Keimblatt zu.

Die Form der Zelle wechselt. Manche Arten des Epithels zeigen nur dünne platte schüppchenförmige Zellen (Fig. 7 u. 20). Man redet jetzt von Platten- oder Pflasterepithel. Bei

anderen Arten ist die Zelle hoch und schmal. Das wird Zylinderepithel genannt (Fig. 6 u. 14). Trägt die Oberfläche der zylindrischen Zellen schwingende Härchen (Fig. 33), so erhalten wir das Wimper- oder Flimmerepithel.



Fig. 33. Verschiedene Formen des Flimmerepithels.

Das einfachste ungeschichtete Pflasterepithel zählt mit den meisten, aber vielleicht nicht allen seiner Vorkommnisse zum Endothelium. Wir treffen es in dieser Weise auf den Oberflächen der serösen Säcke, an der hinteren Wand der Cornea des Auges, über die Seitenflächen der Synovialkapseln der Gelenke. Die nämlichen Endothelien finden wir auf der Innenfläche der Herzhöhlen und der Gefässe.

Die betreffenden Zellen, sehr dünne Plättchen, erscheinen bald breit und kurz (Fig. 20. a) auf den Serosen, bald ganz schmal und lang (b) auf der Innenfläche der Arterien. Einen mittleren Charakter führt das Endothel der Venen.

Ein stärkeres Blutgefäss ist ein komplizirtes Ding. In dem Maasse, als wir zu feineren und immer feineren Aesten herabsteigen, fällt von diesem verwickelten Bau eine Aussenschicht nach der andern ab, und zuletzt behalten wir nur noch die innerste Endotheliallage. Grössere Zellen mit gelappten Rändern und — wie es die Lage des Gefässrohrs mit sich bringt — jetzt viel stärker eingekrümmt, stellen so in inniger Verbindung die Wand der Haargefässe her (Fig. 24).

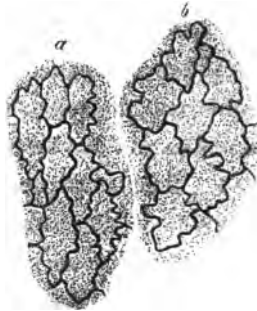


Fig. 34. Endothelzellen nach Behandlung mit Höllenstein.

Auch die Lymphgefässe verhalten sich ähnlich. Doch ihre feinsten Gänge — und sie kommen in gewaltigsten Mengen durch den Körper vor — zeigen die Aussensflächen jener endothelialen Zellen innig verwach-

sen mit dem Nachbargewebe. Man könnte also hier von Lakunen sprechen.

Eine Lage einfacher Plattenzellen, welche dem Endothel nicht angehören, führen die respirirenden Endtheile der Lungen, die Luftbläschen oder Alveolen derselben.

Anderes übergehen wir vorläufig.

Eine interessante Varietät findet sich auf der Aussenseite der Retina. Man hat das Ding früher polyedrische Pigmentzellen genannt (Fig. 35). Die Fläche an sich

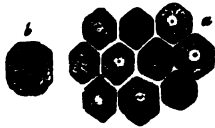


Fig. 35. Pigmentepithel der Retina des Schafe. a gewöhnliche sechseckige Zellen; b eine größere achteckige.

zeigt eine zierliche Mosaik in der Regel sechseckiger Gebilde von 0,0135—0,0204 mm. Die Menge der Pigmentkörnchen, eingebettet in der weichen homogenen Masse des Zellkörpers, wechselt, so dass der Kern bald sichtbar bleibt, bald verdeckt wird. Der Aussentheil der Zelle bleibt frei von jenen Melaninmolekülen, welche

kleine Krystalle zu bilden scheinen (FRISCH). Die Seitenansicht aber zeigt, dass unsere Zelle, weit entfernt ein plattes Gebilde herzustellen, vielmehr eine gewisse, zuweilen ansehnliche Höhe besitzt, welche dem Quermesser mindestens gleichkommt. So ist es bei niederen Wirbelthieren; hier entsendet ihr Körper nach abwärts eine Menge faden- und stachelartiger Ausläufer. Letztere enthalten anfänglich noch Pigmentmoleküle, und umhüllen scheidenförmig die sogenannten Stäbchen und Zapfen, merkwürdige Endapparate der Retina. Weniger ist dieses bei Säugethieren der Fall. Doch noch über die Grenze der eigentlichen nervösen Retina, über die sogenannte *Ora serrata* der Netzhaut hinaus erstrecken sich jene pigmentirten Zellen, freilich kleiner, an Pigment reicher und in schwacher Schichtung. In derartiger Weise überziehen sie dann die Ziliarfortsätze und die hintere Fläche der Iris.

Gewisse Säugethiere (Fleischfresser und Wiederkäuer) besitzen eine helle, glänzende Stelle im Innern des Auges, eine

sogenannte Tapete. Hier bleiben unsere Retinal-Epithelien pigmentfrei. Bei Albinos ist dieses mit allen der Fall. Die betreffenden Zellen erscheinen jetzt unter dem Bilde eines zierlichen Plattenepithels, so z. B. beim weissen Kaninchen.

Zahlreiche Schleimhäute zeigen nun erhebliche, zuweilen sehr starke Schichtung des Plattenepithels. Hierher rechnen die Bindehaut des Auges, der Nasenein- und Afterausgang, die Mund- und Rachenhöhle mit der Speiseröhre, Harnwege und Vagina.

In den obersten Lagen der Konjunktiva (Fig. 36. a) treffen wir abgeplattete, nicht un-

ansehnliche Zellen. In den Mittelschichten werden jene Elemente kleiner, aber höher,

mehr rundlich und in der tiefsten Lage (b) zuletzt zylindrisch.

Bei stärkerer Epithelialschichtung ist die Anzahl der oberen und mittleren Zellenlagen weit erheblicher.

Alle Zellen führen einen Kern. Die untersten haben einen weichen Protoplasmakörper; die oberen (Fig. 7) sind fester, härter geworden, sie bestehen aus Hornstoff oder Keratin, einen Abkömmling der Eiweissgruppe. Diese »verhornten« Zellen tranken sich begierig mit schwächeren Lösungen der Alkalien. Sie schwellen hierbei zur Kugelform an.

Ein senkrechter Durchschnitt nach Art unserer Zeichnung lässt ziemlich regelmässige Gestalten unserer Zellen vermuthen.

Hat man jedoch durch passende Mazerationsmittel den Zellkitt gelöst, so ergibt sich ein ganz anderes Bild. Die geschichteten Plattenepithelien erscheinen jetzt vielmehr als höchst polymorphe

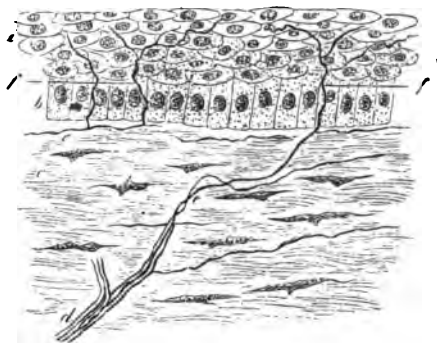


Fig. 36. Die Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt nach Behandlung mit Chlorgold. a Die älteren, b die jungen Epithelialzellen der Vorderfläche; c Hornhautgewebe; d ein Nervenstämmchen; e feinste Nervenfasern oder Primitivfibrillen; f ihre Ausbreitung und Endigung im Epithel.

Zellen. Sie greifen mit spitzen und blattartigen Ausläufern in einander; die konvexe Fläche der einen Zelle berührt eine konkave der Nachbarin, die Oberfläche ergibt sich rau, zuweilen gezähnt (LOTT, LANGERHANS). Man hatte dieses zuerst am Epithel der

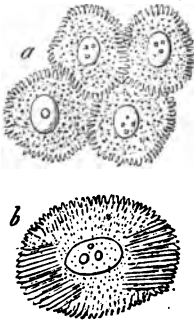


Fig. 37. Stachel- oder Riffzellen
a aus den unteren Schichten der
Epidermis des Menschen; b eine
Zelle aus einer Papillargeschwulst
der menschlichen Zunge.

Harnblase gesehen. Wird die Epithelial-
schichtung eine stärkere, so greifen die
Zellen der unteren und mittleren Schichten mit förmlichen Stacheln und Riffen wie zwei zusammengepresste Bürsten in einander (Fig. 37). Diese »Stachel- und Riffzellen« (SCHULTZE) führen zu einer innigen Vernietung. Nach oben löst sich am Ende aber diese Verbindung wiederum; das Abfallen wird somit begünstigt.

Die massenhafteste Bildung des Plattenepithels überkleidet aber die Lederhaut, Corium des Menschen. Sie ist unter dem Namen der Epidermis längst bekannt.

Jene Lederhaut springt in kleine Papillen von verschiedener Gestalt vor. Man nennt sie Gefühls- oder Tastwärzchen. Die Epidermis überzieht das Ganze mehr glatt; ihre unteren Zellenlagen müssen also die Thäler zwischen jenen Papillen ausfüllen. Diese jüngeren Zellschichten, welche zwischen den Wärzchen eine nicht unbedeutende Mächtigkeit besitzen, während sie über die Gipfel der Papillen schwach entwickelt sind, zeigen alle Merkmale eines geschichteten Schleimhautepithels. Man nennt die Gesamtheit derselben das MALPIGHI'sche Schleimnetz, *Rete Malpighii*. Mit plötzlichem Uebergange erscheinen die Lagen der alten verhornten Zellen. Sie tragen den Namen der Epidermis im engeren Sinne des Wortes. Die Gesamtheit des Verhornten fällt sehr wechselnd aus; sie kann über eine Pariser Linie an Mächtigkeit erreichen. Die Zahl der Schichten variiert demgemäss ausserordentlich. Letztere sind die gleichen Schüpp-

chen, wie an der Oberfläche der Schleimhäute. Die Zelle jedoch, im Kontakt mit der atmosphärischen Luft, ist noch trockner und härter geworden. Auch der Kern, welchen jene Zellen einmal früher besaßen, ist den alten verlebten Epidermisschüppchen abhanden gekommen. Sie messen $0,0285 - 0,0450 \text{ mm}$ (bei Schleimhautepithelien der Mundhöhle $0,0425 - 0,075 \text{ mm}$).

Wir gedenken hier der menschlichen Hautfärbung. Bedecken wir ein rothes Tuch mit einer Milchglas-Platte, so entsteht für unser Auge die Fleischfarbe, und zwar um so heller, je dicker die Glastafel gewählt wird. So ist es mit dem Kolorit des Europäers. Die Lederhaut erscheint im Leben ihres hohen Blutreichthums halber roth, die Epidermis halb durchsichtig, weisslich oder weissgelblich. Je dünner die letztere, um so röther die Farbe (Lippe, Wange), je dicker der Zellentüberzug (Fusssohle, auch häufig die Hohlhand), um so bleicher gestaltet sich die Oberfläche des Körpers.

Nehmen wir die Haut der dunklen Menschenstämme, die des Negers, so zeigen sich in den tieferen Schichten der Oberhaut die Kerne diffus braun, auch die Zellenkörper etwas dunkler, und letztere können noch Pigmentmoleküle führen. Dunkle Körperstellen der hellen Race (Brustwarze, Warzenhof) verhalten sich ähnlich. Der Farbstoff verdeckt hier das Roth der Cutis.

Alle geschichteten Epithelien — wir wissen es schon aus Früherem — sind vergänglicher Natur. Täglich, durch Reibung, Druck etc., fallen Millionen der oberflächlichen Zellen ab. Die Neubildung geschieht von der untersten Lage aus durch einen Theilungsprozess. Zwischen letzteren Zellenschichten können endlich noch eingewanderte Lymphoidzellen getroffen werden.

Die zweite Form des Epithelialgewebes, die zylindrische, kommt dem Verdauungsapparat vom Mageneingang bis gegen den After, ebenso dem Kanalwerk der Leber und des Pankreas, ferner den Gängen der Milch- und Thränendrüse, sowie einzelnen Theilen des Geschlechtsapparates zu.

Wir treffen da (Fig. 6. b, 14. a) eine in der Regel einfache Reihe schmaler, senkrecht verlängerter Zellen mit einem bald höher, bald tiefer gelegenen Kerne, welcher Kernkörperchen beherbergt. Eine dünne Lage verkittender Substanz vereinigt unsere Zellen, die von oben gesehen (Fig. 14. b) eine feine Mosaik darbieten. Höhe und Breite wechseln. Im menschlichen Dünndarm beträgt erstere 0,0482—0,027, letztere 0,0057—0,009 mm. Die Seitenwandungen zeigen eine Hülle; die freie Basis kann nacktes Protoplasma darbieten, wie im Magen, sie kann aber auch einen andern Charakter zeigen. Dieses ist im Dünndarm der Fall (Fig. 14. a). Hier kommt, von festerer, freilich recht veränderlicher Masse hergestellt, ein schon früher erwähntes Deckelstück (0,0047—0,0025 mm hoch) vor, durchsetzt von sehr feinen Gängen, sogenannten Porenkanälchen. Wir werden letzterer bei der Aufsaugung des Speisebreies später zu gedenken haben.

Dass die Zylinderepithelien wenigstens vielfach durch Schleimumwandlung des Innern zu Grunde gehen (»Becherzellen«), haben wir Fig. 6 a gezeichnet. Der Ersatz bleibt unklar. Eine tiefere jüngere, dafür bestimmte Zellenlage ist nicht sicher festgestellt.

Modifizierte Zylinderzellen (Fig. 33) bilden das Flimmer- oder Wimperepithelium. Es treten uns dieselben Zellenleiber mit den gleichen Variationen des Höhen- und Quermessers entgegen. Nur die freie Oberfläche, welche die Härchen, jene unruhigsten Protoplasmafäden (S. 14), trägt, bewirkt die Eigentümlichkeit.

Das Flimmerepithel bekleidet den menschlichen Athmungsapparat. An der Basis der Epiglottis beginnend, überzieht es den Kehlkopf mit Ausnahme der unteren Stimmbänder (welche geschichtetes Plattenepithel besitzen), ferner die Trachea und die Bronchien bis in ihre feinsten Verzweigungen, nicht mehr aber die athmenden Lungenbläschen (S. 32). Weiter begegnen wir ihm im Geruchsorgan mit Ausnahme beschränkter Stellen. Eileiter und Fruchthälter des Weibes, die sogenannten *Vascula efferentia*,

die *Coni vasculosi* und der Gang des Nebenhodens, sowie die obere Hälfte des Samenleiters beim Manne, tragen die nämliche Epithelialformation. Endlich, um beschränkteres Vorkommen zu übergehen, »flimmert« beim Embryo und Neugeborenen das Höhlensystem von Rückenmark und Gehirn.

Die Härchen zeigen bei niederen Thieren oft beträchtliche Grösse; bei höheren werden sie kleiner und kleiner. Ausnahmsweise lang, 0,0226—0,034 mm messend, erscheinen sie an den ansehnlichen Epithelzellen des Nebenhodengangs, sehr kurz, 0,0056—0,0038 mm, im Athmungsapparat. Ein hoher Grad von Vergänglichkeit ist ihnen allen als charakteristisches Merkmal aufgedrückt.

Ob Ersatzzellen beim Flimmerepithel vorkommen, ist vielleicht noch nicht sicher festgestellt. Man hat sie allerdings vielfach angenommen. Schleimmetamorphose erkennt man gleich dem Zylinderepithel auch hier häufig.

Zwischen Zylinder- und Wimperzellen können wiederum Lymphoidzellen vorkommen; ja in das Innere der Zellenleiber vermögen sie ebenfalls einzudringen (vergl. Fig. 46).

Gedenken wir hier mit kurzen Worten der merkwürdigen Flimmerbewegung.

In alten Zeiten entdeckt, hinterher, namentlich in der Neuzeit, vielfach untersucht, hat sie noch kein genügendes Verständniss erfahren. Ihr Vorkommen im Thierreich ist sehr wechselnd. Bald flimmert diese, bald jene Stelle, bald fast alle Oberflächen, bald aber, wie bei den Arthropoden, gar nichts. Wozu dient also jene Arbeit der Härchen?

Falten wir ein passendes abgelöstes Schleimhautstückchen und beobachten wir die Umschlagsstelle, so haben wir das Bild eines wallenden Saumes, einer flackernden Kerzenflamme. Blicken wir von oben auf das Ding herab, so fällt Einem der Vergleich mit dem vom Winde bewegten Aehrenfelde ein.

Kleine, in der wässerigen Zusatzflüssigkeit schwebende Körperchen, Farbekörnchen, Blutzellen, jagen an dem Faltenrande

vorbei, wenn wir mit hohen Vergrößerungen beobachten. Benützen wir ganz schwache Linsen, so geht die Reise ziemlich langsam von statten; der Weg eines Zolles wird erst nach mehreren Minuten durchlaufen.

Ist die Wimperbewegung noch in voller Lebenskraft (und es kommen dann wohl mehrere Schwingungen auf die Sekunde), so versagt das menschliche Auge den Dienst. Erst wenn die Arbeit erlahmt, erkennen wir die Einzelbewegungen, das geordnete gleichzeitige und gleichartige Schwingen der Härchen. Man hat mehrere Arten dieser Schwingungen zu unterscheiden versucht, z. B. eine hakenförmige, eine pendelartige.

Wir übergehen dieses; aber wir müssen hier eines scheinbar befremdenden Verhaltens gedenken. Bei der Wimperbewegung sehen wir die Härchen nach der einen Seite schwingen, und die kleinen vorbeitreibenden Körperchen nehmen den entgegengesetzten Weg!

Die Sache erklärt sich einfach. Wir erkennen zunächst die langsamere, weniger energische eine Schwingungsrichtung; die andere, schnellere und kräftigere, sehen wir noch nicht. Nach welcher Richtung wird aber der Wasserstrom treiben? Offenbar nach der letzteren. ENGELMANN erklärt die trägere Bewegung als Lebensakt des Protoplasma, die raschere als Wirkung der Elastizität. Wir stimmen ihm bei.

Später, wenn es zum Absterben geht, treten die beiderlei Bewegungen deutlich hervor. Mit dem Strömen ist es endlich vorbei, nur ein Hin- und Herwogen findet noch statt.

Die Flimmerbewegung hat nichts mit dem Blutstrom, noch dem Nervenleben zu thun. Sie stirbt bei Warmblütern schnell, bei niederen kaltblütigen Geschöpfen oft sehr langsam ab. Eine Temperatursteigerung bis zu 44 und 45° C. ertötet sie, ebenso zunehmende Kälte. Alles, was chemisch eingreift, übt ebenfalls einen vernichtenden Effekt, zuweilen unter vorübergehender Bewegungssteigerung (z. B. Wasser). Interessant ist die Beobachtung, dass verdünnte Lösungen des Kali und Natron das erlahmende

Wimperphänomen zu neuer Energie vorübergehend anspornen (VIRCHOW).

Die eigentlichen Epithelien, soweit sie also vom Horn- und Darmdrüsenblatt abstammen, entwickeln sich sehr frühzeitig. Schon beim menschlichen Embryo von 5 Wochen ist nach KÖLLIKER die Körperoberfläche beispielsweise von einer doppelten Zellenlage, einer unteren, aus kleineren rundlichen Gebilden, und einer oberen, aus ansehnlicheren platteren, gekerbten Körpern bestehenden bedeckt. Erstere repräsentirt die Voranlage des *Rete Malpighii*, letztere die Hornschicht.

Der Epidermis innigst verwandt, und aus ihr im dritten Monate des Fötuslebens hervorgehend, sind die Nägel des Menschen. Diese nach aussen gewölbten, stumpf viereckigen Platten liegen hinterwärts mit der sogenannten Nagelwurzel, umfasst von einem tiefen Falze der Haut. Seitlich nimmt der Falz von hinten nach vorne mehr und mehr an Tiefe ab. Der Vorderrand des Nagels bleibt bekanntlich frei. Der vom Nagel bedeckte Theil der Cutis trägt den Namen des Nagelbettes. Letzteres zeigt Längsreihen von Hautwärtchen.

Der Nagel besteht aus zwei scharf geschiedenen Lagen, einer unteren und einer oberen. Erstere ist das gewöhnliche MALPIGHI'sche Schleimnetz, wie es jede andere Hautstelle zeigt. Die obere Lage, der Hornschicht der Epidermis entsprechend, hat den Verhornungsprozess in weit höherem Grade durchgemacht, als es sonst vorkommt. Bei erster Betrachtung erkennen wir nur eine spröde homogene Masse. Das Lichtbrechungsvermögen aller Bestandtheile ist nämlich das gleiche geworden. Reagentien — und vor allen Dingen Lösungen der Alkalien — sind hier von unschätzbarem Werthe. Wir lösen durch sie die Kittsubstanz und wir geben der Zelle ein erkennbares Ansehen zurück. Sie, ein ursprünglich plattes Ding, misst $0,0375$ — $0,0425$ mm, enthält aber abweichend von der gewöhnlichen Epidermis-



Fig. 38. Zellen der Hornschicht des Nagels. aa Ansicht von oben. bb Seitenansicht.

zelle einen linsenförmigen granulirten Kern, wie die Ansichten Fig. 38 *a* und *b* leicht erkennen lassen.

Ueber die Lebensdauer der Nagelzelle vergl. man S. 13.

Die höchste Erscheinungsform des Epidermoidalgewebes stellen aber beim Menschen die Haare dar.

Eine gewaltige Komplikation des Baues empfängt uns hier mit einem Male.

Das Haar (Fig. 39) liegt in einem schief gerichteten Balge, einer Einstülpung der Lederhaut und oftmals noch des Unterhaut-

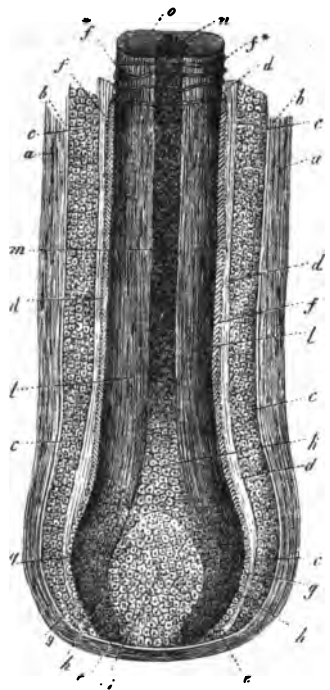


Fig. 39. Haar des Menschen; *a* der Balg; *b* dessen glashelle Innenschicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelscheide; *e* Uebergang der äusseren Scheide in den Haarknopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f** in Form von Querfasern); *g* der untere Theil desselben; *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; *j* Zellen des Marks; *k* Rindenschicht; *l* luftthätiges Mark; *m* Querschnitt des letzteren; *n* der Binde.

zellgewebes. Der Balg zeigt äusserlich (Fig. 39 *a*, 40 *i*) längslaufendes, dann quergerichtetes Bindegewebe (40 *h*) und zuletzt nach innen (39 *b*, 40 *g*) noch eine glashelle Grenzschicht. In der Tiefe springt er als gefässführende Papille vor (Fig. 39 *i*). Sie ist das Bildungs- und Ernährungsorgan des Ganzen. Am Haare selbst unterscheiden wir den der Papille aufsitzenden Haarknopf oder Haarkolben (Fig. 39 *h*) und den Schaft (*l*). Letzterer ist nur zum geringen Theile noch vom Balg umschlossen; der grössere, oft sehr lange übrige Theil (Kopfhaare der Frauen) ragt frei aus der Haut hervor. Wie die Lederhaut sich einstülpte, so steigt auch die Oberhaut in den Balg hinab mit ihren beiden Lagen, dem *Rete Malpighii* und der Hornschicht. Man nennt diese Einsenkungen ganz passend Wurzelscheiden, und unterscheidet das eingedrungene *Rete*

Malpighii als äussere (Fig. 39 c, 40 e) die Hornschicht des Balges als innere Wurzelscheide (Fig. 39 d). Erstere bedarf keiner weiteren Schilderung, sie bietet nichts Besonderes dar; letztere gewinnt aber einen modifizirten Bau. Sie besteht aus zwei Lagen glasheller Zellen, einer äusseren Schicht vertikal gerichteter kernloser Elemente von $0,0377 - 0,0451 \text{ mm}$ (Fig. 40 d), welche Längsspalten zwischen sich erkennen lassen, und einer inneren Schicht radiär gestellter Zellen mit Kernen (c). Nach abwärts in der Tiefe des Balges wird die äussere Wurzelscheide einfach.

Die Masse des Haarknopfes (Fig. 39 h) zeigt die nämlichen Zellen, wie die äussere Wurzelscheide mit farblosen oder pigmentirten Molekeln. Nach aufwärts ändert sich das Bild; es kommt dann wenigstens sehr häufig zu einer Differenzirung in Rinde (k) und Mark (l). Bei ersterer sehen wir die Zellen länger, abgeflachter werden, bis zuletzt ganz trockene, unregelmässige verlängerte Rindenplättchen von $0,0751 \text{ mm}$ und vielfach kernlos in festester Verbindung den Aussentheil des Haarschaftes bilden. Ein diffuser Farbstoff, hell bei blonden, tiefer bei dunklen Haaren, durchzieht das Ganze. In Lücken und Rissen können Pigmentkörnchen und feinste Luftbläschen erscheinen.

Die Markmasse kommt keineswegs jedem Haare zu, indem sie allen Wollhärchen und auch manchen Kopfharen gänzlich oder partiell abzugehen vermag. Anfänglich (Fig. 39 k) erkennt man die Zellen des Haarknopfes zu grösseren polyedrischen Elementen von $0,0451 - 0,0226 \text{ mm}$ umgewandelt. Nach aufwärts erfolgt die Vertrocknung und Verschrumpfung der mittlerweile kernlos gewordenen Elemente. In die zahllosen kleinen Lücken treten minimale Luftbläschen. Ein weisses Haar erhält so sein Ansehen, während bei farbigen Haaren die Luftmasse durch das Kolorit der Rinde wie tingirt hindurch schimmert.

Noch ein Gebilde ist uns übrig geblieben, das sogenannte Oberhäutchen, die Kutikula des Haares (Fig. 39 f, 40 b). Die Doppellage glasheller schief stehender Zellen überkleidet unser Haar, so lange es vom Balge umschlossen ist. Mit letzterem

endet zwar die äussere Zellenschicht, nicht so aber die innere. Dieselbe überzieht das freie Haar als ein System ganz schief ge-

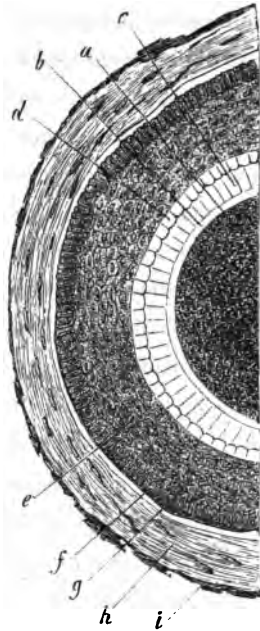


Fig. 40. Querschnitt durch ein Kopfhaar und dessen Balg vom Menschen. *a* Haar; *b* Oberhäutchen desselben; *c* innere und *d* äussere Lage der sogenannten inneren Wurzelscheide; *e* äussere Wurzelscheide; *f* deren peripherische Lage verlängerter Zellen; *g* Glasmembran des Balges; *h* dessen Mittelschicht und *i* Aussenlage.

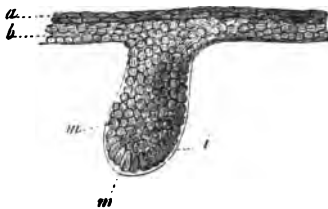


Fig. 41. Haaranlage eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a b* Oberhautschichten, *m m* Zellen der Haaranlage, *i* glashelle, sie überkleidende Hülle.

stellter platter kernloser, dachziegelartig sich deckender Plättchen, wie ein Schuppenpanzer. Nicht selten nach Druck und Miss-handlung gewähren die Plättchenränder das Bild förmlicher Querfasern (Fig. 39 *f**).

Haare finden sich als feine, sogenannte Wollhärchen, fast über den ganzen Körper, als stärkere, Stammhaare, an beschränkten Stellen. Ihre schlichte oder krause Beschaffenheit hängt vom Querschnitt ab. Bei ersterem Haare ist er rund, bei letzterem oval oder nierenförmig. Das Haarwachsthum geschieht durch Zellenvermehrung vom unteren Theile des Haarknopfs aus. So lange der Balg mit seiner Papille unversehrt geblieben, regenerirt er verloren gegangene, d. h. in ihrem Haarknopf vorher verkümmerte und von der Papille abgelöste Haare. Dieses Wiedererzeugungsvermögen ist ein ziemlich energisches, denn der physiologische Haarverlust ist nicht unbedeutend. Die erste Entstehung der embryonalen Haare erfolgt vom Ende des dritten und zu Anfang des vierten Monates (Fig. 44). Die

Oberhaut bildet mit ihren tieferen Zellen (*b*) eine kolbige Herabwucherung. Eine helle Grenzschicht, von der eingedrückten Lederhaut geliefert (*i*), führt zur Bildung des Haarbalgs. Aus dem Zellenhaufen (*m m*) entwickeln sich die beiden Wurzelscheiden und das ganze eigentliche Haar mit seiner Kutikula. Die Haare gleich den Nägeln sind also sekundäre Epidermoidalgebilde.

Vierte Vorlesung.

Die Binde substanzgruppe. Knorpel, Gallertgewebe, retikuläre Binde substanz, Fett.

Bindegewebe, Fettgewebe, Knorpel, Knochen, Zahnbein sind altbekannte Körperbestandtheile. Ihr feinerer Bau hatte sich in den Anfangsperioden der neueren Mikroskopie als höchst verschiedenartig herausgestellt. Da war es im Jahre 1845 REICHERT, welcher alle diese Dinge als Glieder einer natürlichen Einheit erkannte. Ihm verdankt die Wissenschaft die Aufstellung einer »Binde substanzgruppe«. Auf pathologischem Gebiete hat VIRCHOW hier weiteren Fortschritt erzielt, freilich auch Irrthümer begangen. Es ist viel hinterher über jene Gruppe gearbeitet worden; wir sind weiter gekommen, aber von einem Abschluss noch immer entfernt genug.

Alle jene genannten Gewebe — und es kommen als neuere Erwerbungen noch das Gallertgewebe und die retikuläre Binde substanz hinzu — gehen vom mittleren Keimblatt aus (S. 27). Sie sind ursprünglich ähnlich, nehmen dann aber, der Reife entgegenstrebend, recht verschiedenartige Gestaltungen an. Indessen verbindende Zwischenformen bleiben. Niemand kann beispielsweise eine scharfe Grenze zwischen Gallert- und gewöhnlichem Bindegewebe, oder zwischen letzterem und dem Knorpel ziehen. Wir treffen dann stellenweise einen kontinuierlichen Uebergang der einen Binde substanzform in die andere. Wahrhaft verschiedene Gewebe thun dieses niemals. Wir begegnen ferner im Thier-

reich sehr häufig einer Substitution des einen Gewebes unserer Gruppe durch ein anderes. Was z. B. bei dem einen Geschöpfe Bindegewebe, ist bei dem andern Gallertgewebe oder gar Knochen. Auch eine zeitliche Substitution kommt vor. Unsere Skeletstücke waren grösstentheils früher einmal Knorpel. Im krankhaften Bildungsleben treffen wir einen derartigen Ersatz des Einen durch das Andere ausserordentlich oft.

Die Binde substanzgruppe bildet, überall vorkommend, einen mächtigen Theil unseres Körpers, das allgemeine Fachwerk, in welchem die anderen Gewebe eingebettet sind. Man hat sie mit Recht die Gerüste- und Stützsubstanz des Leibes genannt.

Sehen wir jetzt nach ihren einzelnen Erscheinungsformen.

Das Knorpelgewebe tritt sehr frühzeitig im Aufbau des Körpers hervor, freilich um vielfach nach kurzer Lebensdauer zu verschwinden. Die meisten Knorpel werden demgemäss nicht alt. Schon zur Stunde der Geburt ist ein beträchtlicher Theil der Knorpel einem neuen sekundären Gewebe, dem osteoiden oder Knochengewebe, zum Opfer gefallen. Ein Theil der Knorpel dauert aber aus bis zum Tode des Menschen, und kann also ein hohes Alter erreichen.

Man unterscheidet der Textur nach mehrere Erscheinungsformen des fertigen Gewebes: a) den hyalinen, b) den elastischen und c) eine ziemlich unsichere Varietät, den bindegewebigen Knorpel, ein Mittelding zwischen Knorpel und Bindegewebe.

Bei dem ersten embryonalen Auftreten zeigt der werdende Knorpel kleine sphärische protoplasmatische Bildungszellen mit bläschenförmigem Kern und ziemlich spärlicher homogener Zwischensubstanz. Letztere ist noch weich und aus eiweissartigen Materien bestehend. — Bald jedoch wachsen die Zellen heran, die Zwischenmasse nimmt zu und wird fester (Fig. 23). Sie ändert sich allmählich auch chemisch um; sie wird zur leimgebenden Substanz, sie liefert beim Kochen Chondrin.

Behält die Interzellulärsubstanz den ursprünglichen homogenen Charakter, so gibt diese den Hyalinknorpel. Dünne Schnitte erscheinen glasartig durchsichtig. Auch die Zellen (Fig. 42) haben mittlerweile ein recht verschiedenartiges Ansehen gewonnen.



Fig. 42. Schema eines ausgebildeten reifen Hyalinknorpels mit sehr verschiedenartigen Zellen.

Sie erscheinen grösser, rund, oval, keilförmig. Ein Theil zeigt Kapseln, und nicht selten umschliessen letztere sogenannte Tochterzellen (vergl. Fig. 19).

Wie sind diese Kapseln und wie ist die Zwischensubstanz entstanden? Man hat darüber viel verhandelt. Heutigen Tages müssen wir sagen, beide sind Zellenprodukte, sind von der Zelle gelieferte Massen, welche früher einmal Theile des Zellenleibes selbst waren. Im schwertförmigen Fortsatz des Brustbeines des Kaninchens erkennt man ohne Reagentien leicht, wie die Interzellulärmasse nur von den verkitteten Kapseln der Knorpelzellen hergestellt ist (REMAK).



Fig. 43. Schildknorpel des Schweins. Die Grundsubstanz in Zellenbezirke zerlegt.

An der Hand von Mazerationsmitteln können wir (allerdings schwieriger) diesen Beweis auch für andere Säugethier- und Menschenknorpel führen (Fig. 43). Die scheinbar homogene Zwischenmasse zerlegt sich nämlich auch hier in ein System konzentrischer Kapselschichten, welche nach einwärts die Zelle oder die Zellengruppe umschliessen. Die einzelnen Kapselsysteme sind unter einander

verkittet und die äussersten Kapseln benachbarter Zellen ebenfalls. Bei gleichem Lichtbrechungsvermögen entsteht das Trugbild des Homogenen; die Knorpelzelle liegt in einer Lücke. Hat die innerste zuletzt gebildete Kapsel noch einen eigenthümlichen Brechungsindex bewahrt, so sehen wir diese (Fig. 42, 44) als etwas von der übrigen Zwischenmasse verschiedenes.

Jene Theilung der Zellen innerhalb ihrer Höhlen oder, was also auf das Gleiche herauskommt, im Innern ihrer Kapsel, gewinnt in manchen reifen Knorpeln beträchtliche Ausdehnung (Fig. 44 a), so dass wir enormen Kapseln von 0,1—0,2 mm mit ganzen Schaaren von Inhaltzellen begegnen können. Nicht selten indessen verkündet jene wuchernde Vermehrung den nahen Untergang des Gewebes.

Fetteinbettungen in den Zellenleib, namentlich in der Nähe des Kerns, bilden dann sehr gewöhnliche Umwandlungen. Sie können schon früh beginnen. Später wird häufig der Kern von einer zusammenhängenden Kugelschale des Fettes umhüllt (Fig. 44).

Eine nachträgliche Umwandlung der scheinbar homogenen Interzellularmasse in steife feine, der Essigsäure widerstehende Fasern beobachtet man öfter, so namentlich konstant im Innern älterer Rippenknorpel (Fig. 44).

Verkalkung ist endlich ein ganz gewöhnliches Vorkommniß des dem Untergang entgegentreibenden Knorpels. Dunkle Körner oder Krümel der Kalksalze umgeben anfänglich hofartig die Zelle oder Zellengruppe (Fig. 45). Ihre Menge nimmt zu, die ganze Zwischenmasse gewinnt ein dunkles, körniges Ansehen; auch die Kapseln werden von der Einbettung ergriffen, und zuletzt ist alles schwarz und undurchsichtig; nur die Zellen schimmern als helle Lücken hindurch. Die älteren Forscher konnten das Ding nicht bewältigen. Heutigen Tages

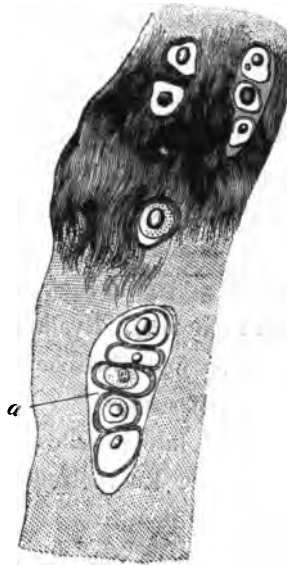


Fig. 44. Aus dem Rippenknorpel eines älteren Mannes.

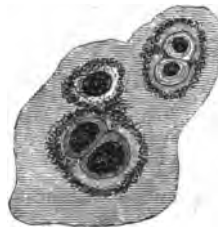


Fig. 45. Beginnende Verkalkung des Hyalinknorpels.

gelingt dieses durch Entkalkung mittelst der Chrom- oder Milchsäure leicht.

Dieser verkalkte Knorpel ist indessen weit entfernt davon, Knochen zu sein oder zu werden; wir kommen darauf später zurück.

Hyaline Knorpelmasse bildete früher einmal fast unser ganzes Skelet mit Ausnahme der Schädeldeckstücke und der Gesichtsknochen. Das sind die transitorischen Knorpel. Reste derselben stellen die Gelenk-, die Rippenknorpel und Anderes her. Andere Knorpelmassen haben nichts mit dem Skelet zu thun. Hierher zählen die grösseren Knorpel des Kehlkopfs, die Knorpel von Trachea und Bronchien. Hyalin erscheint auch noch der Nasenknorpel.

Der jugendfrische (nicht aber der alternde) Hyalinknorpel bleibt gefässlos.

Ein interstitielles Wachstum steht fest; die wachsende Grösse der Knorpelzellen, die Ausdehnung der Kapsel und die Zunahme der Zwischenmasse entfernen jeden Zweifel. Findet daneben noch eine Massenzunahme durch Apposition statt? Man weiss es nicht. Die Ernährung geschieht entweder von den Blutgefässen eines bindegewebigen Ueberzugs, des Perichondrium, oder, wenn der Knorpel den Knochen überzieht, von den benachbarten Gefässen des letzteren aus.

Durch nachträgliche, schon in der Embryonalzeit anhebende Umwandlung entstehen die sogenannten elastischen oder Netzknorpel. Die Zahl derselben ist nicht gross. Kehildeckel, SANTORINI'sche und WRISBERG'sche Knorpel des Larynx, EUSTACHI'sche Röhre und Ohrknorpel zählen dahin. Theilweise nur zeigen die gleiche Beschaffenheit die *C. arytenoidea* des Kehlkopfs und die Wirbelsymphysen.

Wir treffen beim Netzknorpel gewöhnlich (Fig. 24) zahlreichere Knorpelzellen von einem homogenen Hofe umgeben und die übrige Zwischenmasse von einem dichten Netzwerk feiner elastischer Fasern durchsetzt. Doch kommt nach den verschiedenen Thierarten beträchtliche Mannichfaltigkeit vor (HERTWIG).

Als bindegewebigen Knorpel bezeichnet man Massen, welche kleine Knorpelzellen, umgeben von Bündeln des in Essigsäure homogen werdenden Bindegewebes, darbieten. Man trifft derartiges beispielsweise in den Knorpellippen der Gelenke und örtlich in den Wirbelsymphysen (andere Stellen zeigen hyalinen Knorpel, noch andere nur gewöhnliches Bindegewebe). Die sogenannten Augenlidknorpel lassen dagegen nur Bindegewebe erkennen.

Wir gehen über zum Gallertgewebe und der retikulären Binde substanz.

Der Knorpel bot die Beschaffenheit des Festen dar; das Gallertgewebe zeigt den Charakter des Weichen in höchstem Grade. Seine einfachste Erscheinungsform, der Glaskörper des Auges, ist das wasserreichste Gewebe des Körpers; er enthält nur 4,5 % fester Bestandtheile, von welchen ein Theil noch auf zarte, das Ganze umhüllende und durchsetzende Häutchen bezogen werden muss. Und doch sind die Anfänge des Knorpels und *Corpus vitreum* einander ähnlich. Wir begegnen abermals rundlichen indifferenten Zellen mit homogener Zwischensubstanz. Im Knorpel (Fig. 23) wird letztere frühzeitig fest, im Glaskörper verwässert und verquillt sie, so dass bei einem menschlichen Embryo von 4 Monaten (Fig. 46) die 0,0404 — 0,0482 mm messenden protoplasmatischen Zellen durch ansehnliche Zwischenmassen der Gallerte getrennt sind. Letztere ergibt die Reak-

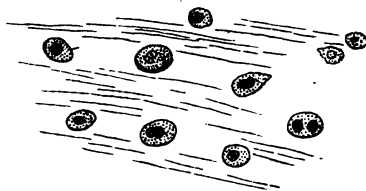


Fig. 46. Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo.

tionen des Schleimstoffes oder Mucin, jener Substanz, welche wir schon früher (S. 36) als Umwandlungsprodukt epithelialer Zellen kennen gelernt haben. Man hat darauf hin unserem Gewebe auch den Namen des Schleimgewebes gegeben.

Im Glaskörper des gebornen Säugethieres werden die Bildungszellen verkümmert und, durch weite Zwischenräume der Gallerte getrennt, nur mühsam erkannt.

Eine höhere Entwicklung des Gallertgewebes stellt das sogenannte Schmelzorgan des werdenden Zahnes her. Bekanntlich bilden sich die Zähne verborgen in den Kiefern; und zwar entsteht die Krone zuerst, die Wurzel zuletzt. Erstere ist nun in jener Anfangsperiode von einem mützen- oder glockenförmigen Ding überzogen, von dessen konkaver Unterfläche die Bildung des Schmelzes erfolgt. Daher der Name.

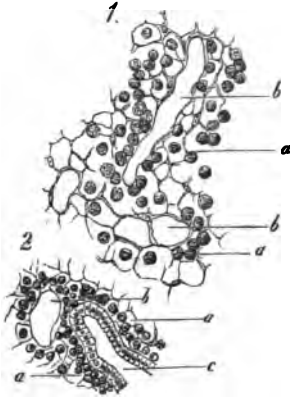


Fig. 47. Aus einem lymphoiden Follikel des wurmförmigen Fortsatzes vom Kaninchen. Fig. 1 retikuläres Gewebe mit den Maschenräumen *b* und dem Rest der Lymphzellen *a* (die meisten derselben sind künstlich entfernt). Fig. 2 mehr oberflächlich.

Hier (Fig. 22) treffen wir ein Netzwerk zierlicher gekernter Sternzellen mit wechselnder Ausläuferzahl. Zuweilen sieht man etwas wie Zellentheilung (*b*). Die Maschen sind von homogener schleimhaltender Gallerte erfüllt.

Ähnlich verhält sich in früher Zeit die WHARTON'sche Sulze des Nabelstranges. Später treffen wir noch Bindegewebsbündel, welchen die jetzt abgeplatteten Zellen äusserlich aufliegen. Das Lückensystem erfüllt wiederum Gallerte.

Es handelt sich also hier um frühzeitig schwindende Gewebe.

Unter retikulärer Binde substanz (Fig. 47) verstehen wir ein Zellengewebe, in dessen Maschen zahllose Lymphoidzellen liegen. His hat das Ding adenoides Gewebe genannt. Es scheint vielfach eine sekundäre Bildung zu sein, hervorgangen aus umgewandeltem gewöhnlichem Bindegewebe des fötalen Körpers.

Die retikuläre Binde substanz bietet im Uebrigen nach Lebensalter und Oertlichkeit manchen Wechsel dar. Als Element (Fig. 8) treffen wir eine zierliche, sternförmige Zelle mit Nukleus von

0,0059—0,0075^{mm} und mässigem Protoplasmakörper. Letzterer sendet zahlreiche, wiederholt sich theilende und dabei mehr und mehr sich verfeinernde Ausläufer ab. Durch das Zusammentreffen derartiger, oft unter rechtem Winkel entsprungener Nebenäste bilden sich sehr häufig kleinere Knotenpunkte, in welchen natürlich ein Kern vermisst wird.

Die zierlichen, meist polyedrischen Maschenräume pflegen gewöhnlich rundlich zu sein, können aber auch eine gestreckte Form gewinnen. Sie sind kleiner beim Neugeborenen als beim Erwachsenen. Bei letzterem pflegen in Tagen der Gesundheit Kern und Zellenkörper geschrumpft zu sein, so dass sie übersehen werden können. Bei Reizungszuständen stellt im schwellenden Gewebe aber rasch der frühere pralle Zustand sich wieder her.

Derartige retikuläre Binde substanz treffen wir in den Lymphdrüsen sowie einer Reihe verwandter Körpertheile, welche wir als lymphoide Organe zusammenfassen wollen, wie Tonsillen, Thymusdrüse und PEYER'sche Follikeln. Auch die sogenannten MALPIGHI'schen Körperchen der Milz zählen hierher. Schon stärker modifizirt ist das Gewebe in der Milzpulpa.

Die Schleimhaut der Dünndärme zeigt unser Gewebe ebenfalls; indessen die Menge der Lymphoidzellen ist hier weit geringer, und die Zellenausläufer erscheinen nicht selten mehr breit, plattenartig. Im Dickdarm endlich wird ein Mittelding unserer Gewebeformation und des gewöhnlichen Bindegewebes angetroffen.

Wir wenden uns jetzt zum Fettgewebe.

Das eigentliche Bindegewebe, zu dessen Betrachtung wir bald gelangen werden, erscheint theils in festerem, theils losem Gefüge. In letzterem Falle, so unter der Lederhaut, unter Schleimhäuten, unter serösen Membranen u. s. w., grenzt es unregelmässige, kommunizirende Hohlräume ein. Dieselben werden vielfach von Gruppen eigenthümlicher, fettüberladener Zellen eingenommen. Das ist das Fettgewebe (Fig. 48 a).

Die Zellen erscheinen gross, $0,076\text{--}0,13\text{ mm}$ messend, mit Kernen von $0,0076\text{--}0,009\text{ mm}$. Eine dünne Hülle umschliesst in dichter Anlagerung einen einzigen mächtigen Fetttropfen. Letzterer bei seinem starken Lichtbrechungsvermögen verdeckt den Kern und den Umriss der Hülle.



Fig. 48. a Fettzellen des Menschen gruppenweise beisammenliegend; b freie Fetttropfen; c leere Hüllen.

Es entsteht so ein Bild, als ob freie Fetttropfen (dunkelrandig bei durchfallendem Lichte, gelblich silberartig erglänzend bei auffallender Beleuchtung) vorkämen. Doch die stets ansehnlichen Durchmesser, eine leichte polyedrische Abplattung der aneinander gedrängten Elemente verhüten den Irrthum. Freies

Fett bildet eben kuglige Tropfen von allen möglichen Grössen (b).

Die Hülle kann nach Zersprengung und Ausfluss des Inhaltes als dünnes, zusammengefallenes Beutelchen sichtbar gemacht werden (c), ebenso im unversehrten Zustande, nachdem wir durch Alkohol oder Aether den fettigen Inhalt ausgezogen haben. Den Kern — er liegt ganz exzentrisch — erkennen wir nach Karminfärbung sehr leicht.

Das menschliche Körperfett ist ein Gemenge einer ölartigen Substanz, des Triolein, welches gewisse Quantitäten fester Stoffe, des Tripalmitin und Tristearin in Lösung enthält. Nehmen letztere zu, so kommt es beim Erkalten der Leiche anfangs zu höckerigen Gestalten und zuletzt zu krystallinischen Ablagerungen. Wir sehen jetzt unregelmässige Nadeln bald büschel- und sternförmig von einem Mittelpunkte ausstrahlend, bald in gedrängter Anhäufung die ganze Zelle erfüllend. Beim Erwärmen verschwinden sie wieder.

Das Fettgewebe nimmt am stofflichen Geschehen des Körpers

regen Antheil, wie es demgemäss auch eine sehr blutreiche Masse herstellt.

In Folge anhaltenden Hungerns, bei erschöpfenden Krankheiten, verschwindet ein Theil der fettigen Inhaltsmasse aus der Zelle (Fig. 49). Anfänglich (*d*) hat der Fetttropfen wenig sich von der Membran entfernt. Eine Kugelschale gallertartiger feinkörniger Masse (Protoplasma?) umhüllt jenen; der Kern wird nun sichtbar. Die fortgehende Fettverarmung zeigen die Zellen *a*—*f* und *h*. Zuletzt (*g*) bleiben nur noch ein paar Fettkügelchen übrig; der ganze Hohlraum ist jetzt von der Gallerte eingenommen. Man hat solche Exemplare gerade nicht glücklich als »serumhaltige« Fettzellen bezeichnet.

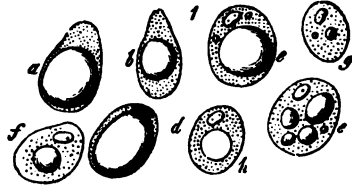


Fig. 49. An Fett verarmte Zellen aus dem Unterhautzellgewebe einer menschlichen Leiche.

Ueberdauert der Körper diesen Zustand der Abmagerung, nimmt er hinterher bei reichlicher Ernährung das alte pralle Ansehen an, so haben sich die Zellen wieder vollständig mit dem fettigen Inhalte erfüllt.

Die Massenhaftigkeit des Fettgewebes schwankt bekanntlich sehr. Sie ist bei Kindern und Frauen stärker als bei Männern, in der Blüthezeit des Lebens beträchtlicher als beim Greise. Die Individualität macht sich jedoch hier vor Allem mächtig geltend. Bei starken Graden der Fettleibigkeit treten Fettzellen vielfach an Stellen auf, wo sie nicht hin gehören; so z. B. zwischen den Muskelfäden. Bei hochgetriebener Abmagerung schwindet der *Panniculus adiposus*; doch gewisse Theile, wie die Augenhöhle und das Mark im Mittelstück der Röhrenknochen, halten auch jetzt noch den fettigen Inhalt in ihren Zellen hartnäckig zurück.

Das Fettgewebe ist sekundärer Natur. Es fehlt dem früheren Embryonalleben gänzlich. Die Fettzelle geht aus einer Umwandlung der Zellen des Bindegewebes hervor. Die gewöhnlichen

platten, gelappten und gezackten Elemente des letzteren (a) nehmen Fetttröpfchen in steigender Menge auf (b); diese konfluieren, die Zelle wird rundlicher unter Verlust der Ausläufer (c) und zuletzt zu dem uns bekannten Gebilde (d). Indessen



Fig. 50. Umwandlung der Bindegewebskörperchen in Fettzellen aus einem menschlichen Muskel, zugleich als Schema der embryonalen Entstehung dienend.

auch eine andere grobkörnigere Zelle des Bindegewebes, auf welche man erst in neuerer Zeit mehr aufmerksam geworden ist, dürfte sich zur Fettzelle umformen. Die sogenannte Zellenmembran halten wir für eine vom benachbarten Bindegewebe aufgebildete Grenzschicht.

Fünfte Vorlesung.

Das Bindegewebe.

Das eigentliche Bindegewebe, das »Zellgewebe« der älteren Anatomen, kommt in weitester Verbreitung durch den Körper vor. Es besteht als Glied der ganzen Gewebegruppe wiederum aus Zellen und Zwischensubstanz. Letztere indessen liefert beim Kochen nicht das Chondrin der Knorpel (S. 44), sondern den gewöhnlichen Leim, das Glutin. Die Interzellularmasse zeigt hier eine weitere Umwandlung und zwar nach doppelter Richtung; einmal in sogenannte Bindegewebsbündel und -fibrillen und dann in die vielgestaltigen elastischen Elemente. Letztere bilden Fasern, Fasernetze, durchlöchernte Membranen, Begrenzungsschichten um Bindegewebsbündel, sowie gegen Lücken, welche Zellen beherbergen.

Am längsten bekannt ist die leimgebende Fibrille, der unmittelbar in das Auge fallende Bestandtheil. Sie erscheint in Gestalt eines sehr feinen ($0,0007\text{ mm}$ im Quersmesser betragenden), oftmals sehr dehnbaren und zugleich mit Elastizität versehenen, wasserhellen Fadens ohne Verzweigung (Fig. 54 links). Diese sehr leicht zu isolirenden



Fig. 51. Bindegewebsbündel.

Fibrillen vereinigen sich ganz gewöhnlich zu bald dünneren, bald stärkeren Bündeln (rechts). Ihre Elastizität bringt an abgetrennten Gewebestückchen sehr häufig ein wellen- oder lockenförmiges Bild herbei. Die Verflechtung der Faserstränge wechselt bedeutend. Bei loser Verwebung sind die in einer Ebene laufenden Bündel durch homogene membranöse Zwischenmasse vereinigt.

Die Essigsäure macht als wichtiges Reagenz unsere Bündel rasch aufquellen, und lässt das faserige Ansehen schwinden. Durch Auswaschen oder Neutralisation jener Zusatzflüssigkeit tritt jenes wieder hervor.

Sehr häufig verdeckte vorher der Ueberschuss der Bindegewebsfibrillen die beigemischten elastischen Elemente. Jetzt, im



Fig. 52. Elastische Fasern des Menschen.

Säurepräparat, treten letztere uns entgegen (Fig. 52). Wir erkennen einmal feinste, vielfach zusammengesnurrte Fasern ohne Verzweigung (*a*). Sie erinnern an die Bindegewebsfibrille; aber das dunklere Ansehen und das Widerstandsvermögen gegen Essigsäure gestatten keine Verwechslung. Andere elastische Fasern werden stärker.

Sehr häufig kommt es zu Astbildungen und durch Verbindung der Zweige zu einem elastischen Netz. Ein solches mit weiten Maschen und nur $0,0014 - 0,0025 \text{ mm}$ dicken Fasern erblicken wir bei *b*.

Durchmustern wir weiter, so treffen wir Uebergänge zu immer breiteren und dickeren verzweigten Fasern (*c*), welche entgegengesetzt den so dehnbaren feinsten allmählich eine ansehnliche

Sprödigkeit und Brüchigkeit gewinnen. Ihr Quermesser vermag auf 0,0056 und 0,0065^{mm} aufzusteigen.

An andern Stellen (Wand der grossen Arterien) finden wir zusammenhängende elastische Membranen, in welchen als leistenförmige Verdickungen feine Fasern und Fasernetze eingebettet sind. Wiederum kommen homogene Lagen elastischer Masse vor, welche von Löchern durchbohrt werden (Fig. 53, 1). Zwischen ihnen und einem engmaschigen Netze sehr breiter, platter, elastischer Fasern (2) ist freilich oftmals keine Grenzlinie mehr zu ziehen.

Noch in einer andern Weise treffen wir diese wechselnden elastischen Bestandtheile. Sie bilden nämlich um manche Bindegewebsbündel eine strukturlose Scheide. So sicher unzählige jener Bündel hüllenlos sind, und nur einen Fibrillenstrang darstellen, ebenso wenig kann bei andern an einer Umscheidung gezweifelt werden; so an jenen, die von der Arachnoidea der Gehirnbasis zu grösseren Blutgefässen ziehen, an Bündeln der Sehnen, an manchen des Unterhautzellgewebes. Wenden wir hier Reagentien an, welche ein starkes Aufquellen verursachen (Essigsäure), so entsteht ein sonderbares Bild (Fig. 54). Die Scheide zerreisst in Querstücke und diese schnurren zwischen der hervorquellenden Masse des Bindegewebsbündels rasch zu ganz niedrigen Ringen zusammen, welche täuschend einer elastischen Faser gleichen. Eine sehr ähnliche

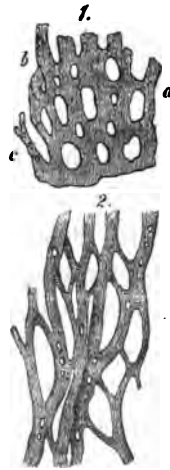


Fig. 53. Elastische Netze aus der Aorta. 1. vom Ochsen; 2. vom Pferde.

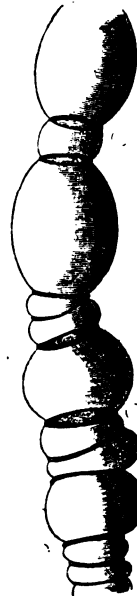


Fig. 54. Ein Bindegewebsbündel von der Basis des Gehirns beim Menschen, mit Essigsäure behandelt.

Veränderung erleiden Baumwollenfäden bei Zusatz von Kupferoxyd-Ammoniak. Nur ist alles hier viel massenhafter und leichter zu beobachten.

Das schwierigste Stück in der Erforschung des Bindegewebes bilden dessen zellige Elemente, die Bindegewebskörperchen einer früheren Periode. Nach mannigfachen Irrgängen haben erst die letzten Jahre ein grösseres Licht verbreitet. Da durch die Masse der Faserstränge die Zellen in der Regel ebenfalls verdeckt zu sein pflegen, benützte man früher allgemein zum Nachweise letzterer die Essigsäure. Sie (aber auch schon Wasser) verunstalten alsbald unsere Zellen zu Zerrbildern. Letztere hat man Dezennien lang fast allgemein gekannt und beschrieben — und aus ihnen Kapital geschlagen!

Man unterscheidet die zelligen Elemente in unwesentliche wandernde und wesentliche fixe. Erstere sind Lymphoidzellen, welche, aus der Blut- und Lymphbahn ausgetreten, die Hohlgänge unseres Gewebes langsam durchwandern.

Die gewöhnliche fixe Bindegewebszelle erscheint als ein einfaches oder komplizirtes plattenförmiges Gebilde. Ein ovaler

Kern ist von etwas Protoplasma umhüllt. An der Peripherie wird das dünne Ding äusserst blass, schleierartig, und läuft in Spitzen oder Fibrillen aus. Sehr gewöhnlich sitzen aber noch seitliche Platten unter verschiedenen Winkeln und in wechselnder Menge der Mitte jener Hauptplatte auf (Fig. 55 a), so

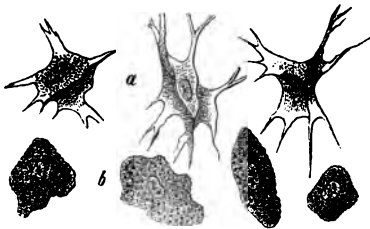


Fig. 55. Zellen des menschlichen Bindegewebes. a Platte und schaufelförmige Elemente; b grobkörnige Zellen.

dass eine gewisse Aehnlichkeit mit einem unregelmässigen, zerknitterten Schaufelrade entsteht (RANVIER, WALDEYER). Derartige Zellen liegen im festen Bindegewebe in den Lücken zwischen den Bündeln, und sind unserer Ansicht nach durch das Dickenwachstum jener Bündel erst nachträglich zu den geschilderten Formen

gekommen. Pressen wir ein Klümpchen warmen, weichen Wachses zwischen drei an einander gedrückten Fingerspitzen, so können wir uns den Vorgang versinnlichen.

Daneben, oftmals nur selten, stellenweise aber auch sehr häufig, begegnen wir in bindegewebigen Strukturen noch einer andern Zellenformation. Es sind grössere, grobkörnige Gebilde mit einem Kern und einem entweder rundlichen oder spindelförmigen Körper ohne jenes Platten- und Ausläufersystem der vorigen Form (b). Man hat sie in der Nachbarschaft der Gefässe, namentlich arterieller, getroffen und ihnen den Namen der Plasmazellen gegeben (WALDEYER).

Aus beiderlei Zellenarten, den platten und den grobkörnigen, dürften Fettzellen hervorgehen (S. 53).

Ein höchst eigenthümliches Ansehen gewinnt die Bindegewebszelle noch dadurch, dass sie Melaninkörnchen in ihren Leib aufnimmt (Fig. 9). Das ist die »sternförmige Pigmentzelle« der früheren Histologen. Die Moleküle, kohl- oder braunschwarz, bleiben kleiner als im pigmentirten Epithel (S. 32). Beim Menschen beschränkt sich derartige fast ausschliesslich auf das Auge. Bei niederen Wirbelthieren, wie manchen Amphibien, ist jener Vorgang der Pigmenteinbettung enorm verbreitet, so dass man in jedem Stückchen Bindegewebe den sonderbaren, in allen möglichen Sterngestalten auftretenden Zellen begegnet.

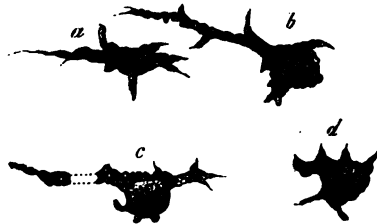


Fig. 56. Allmäliger Formenwechsel eines pigmentirten Bindegewebskörperchens eines Wassermolchs während 45 Minuten.

Die platten Bindegewebszellen und ihre schwarzen Genossen (Fig. 56) zeigen ein zwar langsames, aber unverkennbares lebendiges Zusammenziehungsvermögen. Von den Plasmazellen kennt man es noch nicht.

Das Bindegewebe, dessen gewaltige Verbreitung im Menschenleib wir schon früher erwähnt haben, stellt durch die Anordnung und Verwebung seiner Bündel, durch den sehr ungleichen Gehalt an elastischen Bestandtheilen, durch sehr wechselnden Gefässreichthum, endlich durch Zumischungen unlöslicher Elemente, Massen her, welche dem unbewaffneten Auge als recht verschiedenartige Dinge entgentreten, und in Wirklichkeit doch ganz nahe verwandt sind.

Der übliche Schematismus der Anatomie unterscheidet primäre Bündel, d. h. einfache Faserstränge. Ein Theil derselben, durch loserer Bindegewebe zusammengehalten, bildet sogenannte sekundäre Bündel. Aus letzteren gehen tertiäre hervor.

Wir haben einmal, wie ein schlecht gewählter Name lautet, »formloses« Bindegewebe. Weich und dehnbar bildet es die allgemeine Ausfüllungsmasse des Organismus. Membranös angeordnete Bindegewebsbündel mit homogener Zwischenmasse (Fig. 54) formen dünne Plättchen, welche, in verschiedenen Winkeln aufeinandergestellt, Hohlräume unvollkommen eingrenzen. Dieses sind die sogenannten »Zellen« der alten Anatomen, welche unserem Gewebe den Namen des Zellgewebes einstmals eintrugen. Die Plättchen berühren sich oftmals nahezu; die von ihnen eingegrenzten Räume können aber auch durch Ansammlung von Fettzellen vollständig erfüllt werden. Kommt formloses Bindegewebe überhaupt massenhafter vor, so hat es besondere Benennungen erhalten. Man spricht in dieser Weise von subkutanem, submukösem, subserösem Bindegewebe. Elastische Elemente treffen wir hier bald spärlich, bald etwas reichlicher an; doch nie in Ueberfülle.

Wir kommen jetzt zum geformten Bindegewebe mit seinen zahlreichen Erscheinungsweisen. Dasselbe geht ohne scharfe Grenze kontinuierlich aus dem formlosen hervor, so dass jene Trennung der Anatomen eine durchaus künstliche ist.

Wir zählen dahin :

1. Das Hornhautgewebe. Die Cornea trägt an der Vor-

derfläche geschichtetes Plattenepithel, an der hinteren eine einfache Zellenbekleidung. Unter beiden Epitheldecken kommt eine glashelle Lage vor. Die vordere heisst *Lamina elastica anterior*, die hintere *DESCMET*' oder *DEMOURS*'sche Membran. Das glasartige eigentliche Cornealgewebe besteht aus einem Mattenwerk sich kreuzender Bündel. 'Sie zerfallen in Fibrillen von äusserster Zartheit. Ein System von Hohlgängen, welche eine Art von Wandungsschicht besitzen, durchzieht das Ganze. In jenen liegen als »Hornhautkörperchen« die abgeplatteten, einem Schaufelrade vergleichbaren Zellen. Wandernde Lymphoidzellen fehlen ebenfalls nicht.

2. Das Sehnengewebe. Längslaufende Bündel eines fibrillären Bindegewebes mit einer elastischen Grenzschicht treten uns in gedrängter Anlagerung entgegen. Zwischen ihnen erkennt man auf Querschnitten ein System zackiger und sternförmiger Lücken. In ihnen liegen, die Bindegewebsbündel umwölbindend, gewöhnliche komplizierte platten- und schaufelförmige Bindegewebszellen, sowie vereinzelt Lymphoidkörperchen. Nur spärliche, feine elastische Fasern kommen in dem sehr blutarmen Gewebe vor.

3. Die Bänder sind (mit Ausnahme der elastischen) den Sehnen ähnlich gebaut.

4. Die bindegewebigen Knorpel (s. oben S. 49).

5. Die sogenannten fibrösen Häute. Fest verwebte, blutarme Strukturen mit wechselnder Zumischung elastischer Elemente. Die *Dura mater* von Gehirn und Rückenmark, die Sklera des Auges, die festen Hüllen mancher Organe, z. B. der Nieren, Hoden, der Milz zählen dahin; ferner die Faszien der Muskeln, die Hülle der Nervenstämmen (das Perineurium oder Neurilemma), der Ueberzug der Knochen und Knorpel (das Perichondrium und Periosteum). Letzteres wird von reichlicheren Blutgefässen durchzogen, die aber vorwiegend der Ernährung des umschlossenen Knochens dienen.

6. Die serösen Häute (welche man früher irrthümlich für durchaus geschlossene Säcke nahm) bestehen aus einem

gefässarmen Netzwerk von Bindegewebsbündeln, zuweilen mit ansehnlichem Kontingent elastischer Fasernetze. Ueberkleidet ist die freie Fläche von Endothel. Pleura, Perikardium, Peritoneum und *Tunica vaginalis propria* des Hodens zählen hierher. Als unvollkommenere Strukturen erwähnen wir die Arachnoidea von Gehirn und Rückenmark, die Synovialkapseln (nur seitlich eine Serosa besitzend, und hier von einfacher Epithelzellen-Lage überzogen), sowie die Schleimbeutel und Sehnenscheiden. Die serösen Hohlräume, gleich jenem Gangwerk zwischen den Bindegewebsbündeln, müssen dem Lymphapparat zugerechnet werden. Wir werden dieses später erfahren.

7. Die Lederhaut. Fester verflechten sich durchkreuzende Bindegewebsbündel mit reichlichen elastischen Fasern. An der Oberfläche springt mit innigster Verwebung das sehr blutreiche Gewebe in kleine Papillen von wechselnder Gestalt, in Gestalt der Tastwärtchen, vor, nach abwärts setzt es sich in das Unterhautzellgewebe ohne scharfe Grenze fort. Weitere fremde Bestandtheile bilden Haare, unwillkürliche Muskeln, Drüsen, Nerven. Als Ueberzug kennen wir bereits die Epidermis, das mächtigste Plattenepithel des Körpers (S. 34).

8. Die Schleimhäute. Wiederum sehr blutreich, aber loser zusammengefügt, ärmer an elastischen Elementen. Sie enthalten stellenweise einen enormen Drüsenreichtum. Glatte Muskeln bilden verbreitete Bestandtheile. Die Oberfläche springt häufig in Papillen vor. — Indessen das gewöhnliche Schleimhautbindegewebe kann auch durch retikuläre Bidesubstanz (S. 50) ersetzt werden. Dass der Epithelüberzug sehr verschieden ausfällt, wissen wir bereits (S. 33, 35 und 36).

9. Die Gefässhäute der nervösen Zentralorgane und des Auges, d. h. *Pia mater*, *Plexus chorioidei* und *Chorioidea*. Ein dünnes, weiches Bindegewebe (in der Chorioidea ein Netz pigmentirter Zellen) zeigt hier überall einen gewaltigen Reichtum an Blutgefässen.

40. Bindegewebe spielt im Aufbau der Gefäßwand ferner eine wichtige Rolle. Allerdings nimmt hier sehr oft das elastische Element so überhand, dass die Bindegewebsbündel und -Zellen ganz zurücktreten. Man spricht dann von »elastischem« Gewebe.

41. Dieses Ueberwiegen elastischer Bestandtheile bieten uns noch die verschiedenen Bänder und Membranen der Athmungsorgane dar; ebenso das Lungengewebe. Ähnliches zeigen auch die Aussenlage der Speiseröhre, die gelben Bänder der Wirbelsäule und das Nackenband der Säuger. Manche der letzteren Strukturen haben alle Bindegewebsbündel verloren.

Das Bindegewebe erfreut sich nur einer geringen vitalen Dignität; — es kommt seiner physikalischen Eigenschaften wegen beim Aufbau des Organismus in Betracht. Nur die blutreichen bindegewebigen Strukturen greifen in das normale stoffliche Geschehen lebhafter ein.

Unter krankhaften Verhältnissen kommt jedoch über unser Gewebe ein neues frischeres Leben. Aus den Zellen dürften einmal andere Gewebs-elemente werden. Wie gross jene Betheiligung ist, bedarf allerdings noch genauerer Studien; denn auch die wandernden Lymphoidzellen spielen hier mit und zwar — unserer Meinung nach — in bedeutungsvollster Weise.

Wir gedenken noch der Entstehung des Bindegewebes. Die Ausgänge sind wiederum ähnlich denjenigen des Knorpels. Frühzeitig be-

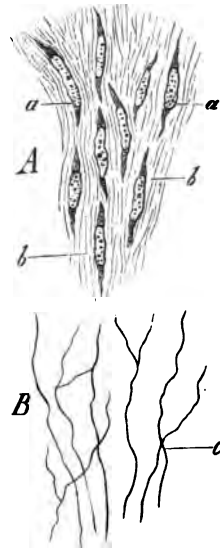


Fig. 57. Aus dem Nackenbande des Schweins-embryo. A Seitenansicht; a Spindelzellen in faseriger Grundmasse b. B Die elastischen Fasern c, durch Kochen mit Kalilauge dargestellt (Weingeistpräparat).

merkt man hüllenlose protoplasmatische Stern- und Spindelzellen, zusammengehalten durch spärliche Mengen einer anfangs homogenen Zwischenmasse. Bald tritt eine Umwandlung letzterer und der Zellen ein, indem die Ausläufer der letzteren in Gruppen feinsten Bindegewebsfibrillen zerfallen (Fig. 25 b). Diese Faserbündel rücken allmählich mehr gegen den Zellkern. Das ursprüngliche Zellenprotoplasma verwandelt sich also in jene Fibrillenbündel; neues tritt den Kern umhüllend an die Stelle des alten, um denselben Verwandlungsprozess nachträglich durchzumachen (Fig. 57 A), bis zuletzt die Zellen ihren Kindern, d. h. den von ihnen gebildeten Bündeln, äusserlich aufliegen in der Gestalt zackenrandiger Platten oder unregelmässiger Schaufelradbildungen (s. oben).

In jener Zwischenmasse, deren Genese wir jetzt kennen, kommt es auch noch nachträglich zur Bildung der elastischen Fasern und Fasernetze (B). Wie weit die zelligen Elemente hierbei sich betheiligen, bedarf noch genauerer Erforschung.

Sechste Vorlesung.

Das Knochengewebe.

Wir wenden uns jetzt zur komplizirtesten Erscheinungsform der Bindesubstanz; wir erörtern das osteoide oder Knochengewebe.

Es zeichnet sich durch bedeutende Härte und Festigkeit bekanntlich aus. Beim Menschen (mit Ausnahme eines Ueberzuges der Zahnwurzel) beschränkt sich dieses Glied unserer Gewebegruppe ausschliesslich auf die Knochen.

Letztere trennt der Anatom in lange oder Röhrenknochen, in breite oder platte und endlich in kurze oder unregelmässige.

Beginnen wir mit dem Mittelstück oder der Diaphyse der ersteren und zwar mit einem radialen Längsschnitt, herausgesägt aus dem trocknen Femur (Fig. 58).

Ein ganz eigenthümliches Bild tritt uns entgegen. Durchzogen wird das dünne Plättchen von einem System netzartig verbundener Längsgänge, im Mittel $0,1128—0,0149\text{ mm}$ breit (a). Sie münden mit den Quer-

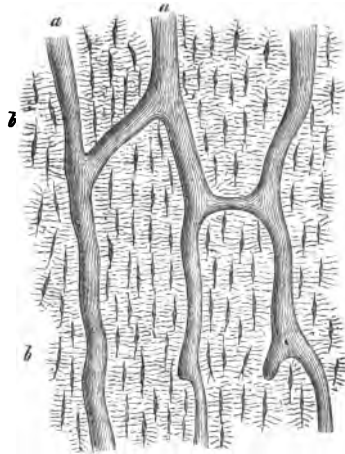


Fig. 58. Vertikalschnitt durch das menschliche Femur. a Markkanälchen; b Knochenkörperchen.

des Knochens wie nach einwärts in die Markhöhle, und erhalten von beiden Seiten her die ernährenden Blutgefässe. Sie tragen den Namen der Mark- oder der Havers'schen Kanälchen.

Querschnitte (Fig. 59) ergeben natürlich ein ganz anderes Bild. Rundliche und schiefe Löcher (c) sind die quer- oder schief getroffenen Längsgänge. Verbindende horizontale Kanäle sehen wir jetzt der Länge nach oder schief getroffen ebenfalls.

Die Knochenmasse zeigt, wie der Querschnitt lehrt, einen lamellösen Bau.

Das Schichtensystem ist aber ein doppeltes. Einmal treffen wir Blätter, welche durch die ganze Dicke des Knochens hin-

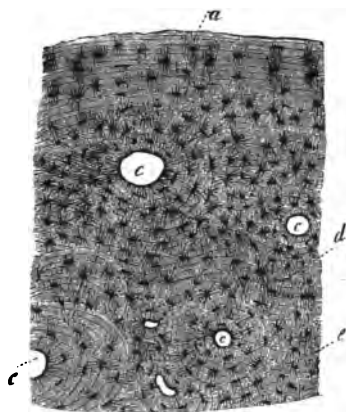


Fig. 59. Querschnitt eines menschlichen Metacarpus. *a* Aussenfläche; *c* Markkanälchen mit den Speziallamellen; *d* innere Generallamellen; *e* Knochenkörperchen.

durchgehen, somit äusserlich an die Beinhaut anrühren und nach einwärts die grosse Markhöhle eingrenzen. Man nennt sie General- oder Grundlamellen (*a, d*). Ein anderes, ungemein reichliches Lamellensystem umgiebt in wechselnder Schichtenzahl die einzelnen Markkanälchen. Das sind die Spezial- oder Havers'schen Lamellen (um *c*).

Die Dicke beiderlei Lamellen wechselt von 0,0065—0,0456 mm und die Anordnung ist oftmals weit davon entfernt, auf Regelmässigkeit Anspruch zu machen. — Am Längsschnitt erkennt man ebenfalls als Linienysteme jene Schichtung, doch weniger klar.

Wir mögen ein trockenes Knochenplättchen nehmen, woher wir wollen, immer fällt uns, bei durchfallendem Lichte schwarz, bei auffallendem weiss, ein höchst eigenthümliches weiteres Strukturverhältniss auf; ein wunderbar verwickeltes feinstes Kanalwerk mit zackigen und strahligen Knotenpunkten. Erstere Gänge nennt man schlecht genug Kalkkanälchen; die Er-

weiterungen tragen den Namen der Knochenkörperchen oder Knochenhöhlen (Fig. 58, 59).

Die Form der Knochenhöhlen (Fig. 60 a) können wir uns versinnlichen, indem wir sie linsenförmig nennen, oder auch mit der Gestalt vergleichen, welche die beiden Hände des Menschen mit der Volarfläche an einander gelegt ergeben. Die Länge beträgt $0,1805—0,0544$, die Breite $0,0068—0,0435$, die Dicke $0,0045—0,009$ mm. Die Ausläufer jenes Höhlensystems, sehr enge Gänge von $0,0014—0,0018$ mm Quermesser, durchsetzen in zahlloser Menge und unter Verästelungen unregelmässig radiär das ganze Gewebe. Sie münden 1) in die Havers'schen Kanäle (b), 2) an der Oberfläche des Knochens und 3) in die grosse Markhöhle des Innern. Querschnitte und Längsschnitte (tangentiale müssen hinzugenommen werden) lehren dieses auf das Deutlichste.

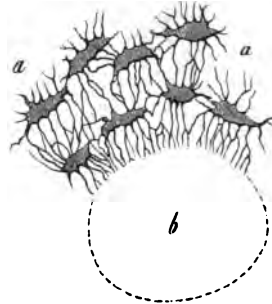


Fig. 60. Knochenhöhlen (a, a) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen Havers'schen Kanal (b).

Am getrockneten Knochen hat sich das wunderbar komplizierte Gangwerk mit Luft im Zustande feinsten Vertheilung erfüllt. Eine ältere Epoche nahm irrthümlich den Inhalt für anorganisches Erhärtungsmaterial, für feinste Moleküle der sogenannten Knochenerde. Daher der Name der »Kalkkanälchen«. Bringen wir das kleine dünne Plättchen in Terpentinöl, so erfüllen sich die Tausende und abermals Tausende der feinsten Gänge rasch durch Kapillarität mit der Flüssigkeit. Das Knochenkörperchen tritt jetzt als Bild einer Lücke uns entgegen; die feinen Kanälchen verschwinden in der Grundmasse mehr weniger.

Was enthält nun aber im Leben dieses merkwürdige Kanalwerk?

Wir antworten darauf: in der Knochenhöhle eine protoplasmatische hüllenlose Zelle (Fig. 64 b). Ob diese Knochenzelle, das Aequivalent des Bindegewebskörperchens, haarfeine Ausläufer

in die sogenannten Kalkkanälchen entsendet (was wahrscheinlich), wissen wir noch nicht. Letzteres Gangsystem ist sicher mit transsudirtem Blutplasma erfüllt. Jene Flüssigkeit dürfte im Uebrigen ziemlich stagnirend sein; denn der Reibungswiderstand legt gegen eine Zirkulation hier ein schwer wiegendes Veto ein.

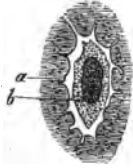


Fig. 61. Aus dem frischen Siebbein der Maus. *a* Grundmasse; *b* die Knochenzelle.

Sind aber Knochenhöhlen und Kalkkanälchen nur Lückensysteme, eingegraben in die harte feste Grundmasse oder haben sie eine besondere Wandung? Nach energischen Mazerationismitteln zeigt der vorher entkalkte Knochen eine dünne resistente Grenzschicht um Höhlen und Kanälchen. Sie scheint eine verkalkte elastische Substanz zu sein. Man hatte sie früher irrtümlich für eine Zellenmembran genommen.

Nachdem wir an der Diaphyse das Wesentliche der Struktur kennen gelernt haben, wenden wir uns zu einer sehr kurzen Erörterung der andern Skeletstücke. Hier verschwindet jene schöne Regelmässigkeit bald weniger, bald mehr. Schon in den Epiphysen der Röhrenknochen sind bei der Dünne der osteoiden Plättchen die Lamellensysteme in weit geringerer Ausbildung um die HAVERS'schen Kanälchen vorhanden, und innere Grundlamellen werden vermisst. Bei schwammiger Knochensubstanz erkennen wir das blättrige Gefüge in dicken Balken und Platten noch deutlich, während es mit der Massenabnahme jener mehr und mehr schwindet. In der Rindenschicht platter Knochen laufen die Markkanälchen der Oberfläche parallel, gewöhnlich mehr strahlenförmig von einem Punkte ausgehend. In den kurzen Knochen pflegt eine Richtung des Verlaufes vorzuwiegen. Trichterförmige Ausmündungen des HAVERS'schen Gangwerks können zusammenstossend kleine Markräume, die Vorbilder der grösseren herstellen u. a. m.

Die Knochen sind wasserarm (kompakte mit 3—7, spongiöse mit 12—30 %). Die organische, formbestimmende Grundlage

30—45% beim trocknen Knochen betragend, verwandelt sich beim Kochen in Glutin, d. h. in den gewöhnlichen Leim des Bindegewebes. Diffus erhärtet ist jene durch die Einbettung der sogenannten Knochenerde. Darunter versteht man ein 54—60% betragendes Gemenge von Kalksalzen mit geringer Zumischung eines Magnesiasalzes. Die Knochenerde ergibt etwa 86% phosphorsäuren, 9 kohlen-säuren Kalk, 3,5 Fluorkalzium und 2 phosphorsaure Talkerde.

Haben wir den Knochen vorsichtig entkalkt, so ist seine Textur die alte geblieben. Die nunmehr halbdurchsichtige Masse lässt sich bequem zerschneiden. Man nennt sie schlecht genug den Knochenknorpel.

Die Knochen kommen beim mechanischen Aufbau des Körpers durch ihre Festigkeit in Betracht. Sie dienen zum Schutze weicherer Organe, und bilden durch Muskeln bewegte Hebelsysteme. Je geringer der Gehalt an Knochenerde, um so grösser fallen Biegsamkeit und Kohäsion aus. Eine überwiegende Menge jener Mineralstoffe macht dagegen den Knochen spröde und brüchig. Sein Stoffwechsel ist ein bedeutender. Das doppelte Kanalsystem der Blutgefässe und Kalkkanälchen steht damit im Einklang.

Die grösseren Höhlungen des Knochens werden erfüllt vom sogenannten Knochenmark. Dasselbe kommt in doppelter Gestalt, aber mit Uebergängen vor. Im Mittelstück langer Knochen erscheint es als gelbes Mark, d. h. als in losem Bindegewebe enthaltene Fettzellen (S. 53). In den Epiphysen dagegen, sowie in platten und kurzen Knochen, treffen wir eine weichere röthliche oder rothe Substanz, worin neben spärlicherem Bindegewebe und vereinzelt Fettzellen sehr zahlreiche lymphoide Zellen von 0,009—0,0113 mm enthalten sind. Letztere Elemente bieten Uebergänge zu rothen Blutkörperchen nach NEUMANN und BIZZOLERO dar (S. 27). Endlich begegnen wir im Knochenmark, namentlich oberflächlich, den uns aus Fig. 13 bekannten Myeloplaxen. An den Venen fehlt das Endothel; sie bestehen nur aus

einer Adventitia (Hoyer). Ueberhaupt versprechen die Gefäße des Marks noch weitere interessante Aufschlüsse.

Wir wenden uns jetzt zur Lehre von der Entstehung des Knochengewebes, zur Osteogenese. Sie bildet einen sehr schwierigen und verwickelten Abschnitt der Histologie.

Mit Ausnahme einer Anzahl Schädel- und der Gesichtsknochen sind — wir sprachen es schon früher aus — alle Skeletstücke knorpelig vorgebildet. Später bieten sie Knochensubstanz dar.

Man hat lange Zeit hindurch die direkte Umwandlung des ersteren Gewebes in das letztere unbedenklich angenommen. SHARPEY, BRUCH, H. MÜLLER erwiesen zuerst das Irrthümliche dieser Hypothese.

Sehen wir ab von seltenen Ausnahmen, so lautet heutigen Tages die Sache so: Der verkalkte Knorpel wird nicht zum osteoiden Gewebe; er schmilzt vielmehr ein, und in dem so gewonnenen Lückensysteme etablirt sich als neues, vom Periost geliefertes Gewebe die Knochensubstanz.

Nehmen wir einen Knorpel, mit welchem es in jener Weise zu Ende gehen soll, so zeigt er uns zweierlei:

1) Von der Oberfläche aus hat nach einwärts eine lokale Erweichung des Knorpelgewebes (der Zellen wie der Zwischenmasse) stattgefunden. Es ist somit zu ganz unregelmässigen, mannigfach verzweigten Hohlgängen gekommen. In letztere sind vom Perichondrium her Gefäße eingewuchert, begleitet von lymphoiden und unreifen bindegewebigen Zellen. Man nennt diese

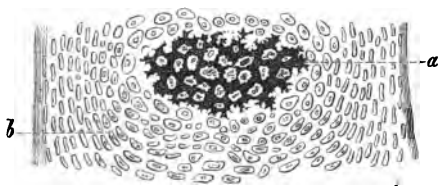


Fig. 62. Brustwirbel eines 10 wöchentlichen Embryo im Vertikalschnitt. a verkalkter, b weicher Knorpel.

Masse nicht übel das Knorpelmark. Bis vor Kurzem hatte man irrthümlich angenommen, dass die sogenannten Knorpelmarkzellen Nachkömmlinge

der in den Erweichungsheerd hineingerathenen Knorpelzellen darstellten.

2) Im Zentrum eines derartigen Knorpels ist es zur Verkalkung der Interzellularsubstanz (S. 47), allerdings sehr gewöhnlich auch zu energischer, sogenannter Tochterzellenbildung gekommen (Fig. 62). Man hat diese Stelle den Verknöcherungspunkt genannt — schlecht genug, fügen wir bei. Denn wenn auch hier alsbald weitere Einschmelzung des Verkalkten und rasch hinterher in die gewonnenen Lücken die erste Ablagerung osteoiden Gewebes beginnt, mit dem letzteren hat jener verkalkte Knorpel durchaus nichts zu thun.

Die beiden eben erwähnten Umwandlungen arbeiten rasch neben und gegen einander weiter. Die Knorpelverkalkung breitet sich peripherisch weiter aus; die Einschmelzung und Herstellung der Knorpelkanäle gewinnt immer grössere Ausdehnung, auch im Bereich des verkalkten Knorpels.

Letzterer muss natürlich vorher erst physiologisch entkalkt worden sein, ehe er der Auflösung anheim fällt. Diese Wegnahme eben kaum deponirter Kalksalze behält allerdings bis zur Stunde etwas Räthselhaftes.

Sehen wir nach Fig. 63. Nach oben zeigt der Knorpel noch das alte weiche Ansehen. Die Knorpelzellen liegen hier, in einer Epiphyse, unregelmässig. In einer Diaphyse würden wir sie zu Längsreihen zusammengedrängt oder »gerichtet«, wie man sich ausgedrückt hat, erblicken. Nach abwärts aber tritt uns ein kavernöses Gewebe entgegen, dessen Lücken freilich (in Folge der Präparation) theilweise den Knorpelmarkinhalt nicht mehr beherbergen (a), während er in andern noch erhalten blieb (bd). Trübe, dunkle Balken von unregelmässigster Form bilden die letzten Reste des einschmelzenden verkalkten Knorpelgewebes (c). Auch jenen balkigen Resten ist übrigens keine längere Rast mehr vergönnt.

Untersucht man in dieser Zeit aufmerksam den Inhalt jener kavernösen Gänge, so haben deren peripherische Zellen eine abweichende Gestalt angenommen. Sie gleichen mit ihren kubi-schen Leibern (Fig. 64 c) einem unregelmässigen, schlecht entwickelten Zylinderepithel. GEGENBAUR, der Entdecker, hat sie

Osteoblasten genannt — und mit Recht; denn sie bilden das osteoide Gewebe.

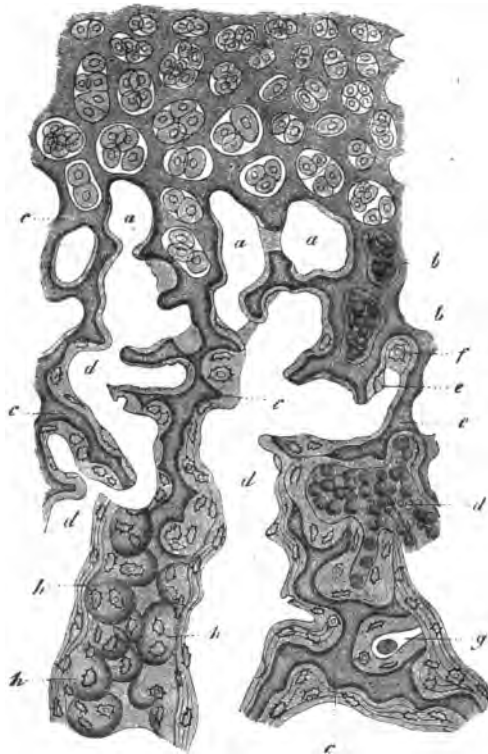


Fig. 63. Verknöcherungsrand einer Phalanx-Epiphyse des Kalbes im Vertikalschnitt. Nach oben erscheint die Knorpelmasse mit regellos liegenden grosse Tochterzellen führenden Kapseln. *a* Kleinere Markräume, zum Theil wie geschlossen erscheinend, leer gezeichnet; *b* solche mit Markzellen; *c* Reste des verkalkten Knorpelgewebes; *d* grössere Markräume an den Wandungen mit aufgelagertem dünnerem oder dickerem und in letzterem Falle geschichtetem Knochengewebe; *e* in der Bildung begriffene Knochenzelle; *f* eine geöffnete Knorpelkapsel mit eingelagerter Knochenzelle; *g* eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochenmasse aussen bedeckt, mit einer Markzelle im Innern; *h* scheinbar geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen im Innern.

Wie eine Linie übermässig zusammengedrückter Soldaten den einen oder den andern vor die Fronte herausdrängt, so begegnet es einzelnen jener Osteoblasten (*g*). Sie nehmen jetzt zacken- und sternförmige Gestalten an, und um sie erscheint zunächst homogene, aber sehr bald diffus verkalkende Zwischenmasse. Letztere als dünne Lage — wir möchten sagen, wie ein Wachsauflage die unregelmässigen Oberflächen der noch stehengebliebenen

verkalkten Knorpelbalken überziehend — ist die erste Lamelle der osteoiden Substanz; die gezackten Osteoblasten bilden aber die ersten

Knochenzellen. Unsere Fig. 63 zeigt dieses in ihrem oberen Theile (*aaa*), ebenso nach links in halber Höhe (*cd*)

Ueber die Auffassung der Zwischenmasse, ob durch Zellen-

absonderung oder aus den umgewandelten Zellenleibern hervorgegangen, herrscht hier dieselbe Unsicherheit der Auffassung wie bei anderen Gliedern der Bindesubstanzgruppen.

Wir haben hier noch eigenthümlicher verfänglicher Bilder zu gedenken. Man begreift, dass bei fortgehender Einschmelzung der Knorpelbalken die Höhlen des Gewebes eröffnet werden und dann zur Ablagerung von Knochenzellen und homogener Grundmasse dienen müssen. Liegen die Verhältnisse wie bei *f* unserer Fig. 63, so ist die Sache ohne weiteres klar; auch die Stelle *g* ist zur Noth verständlich. Sind die

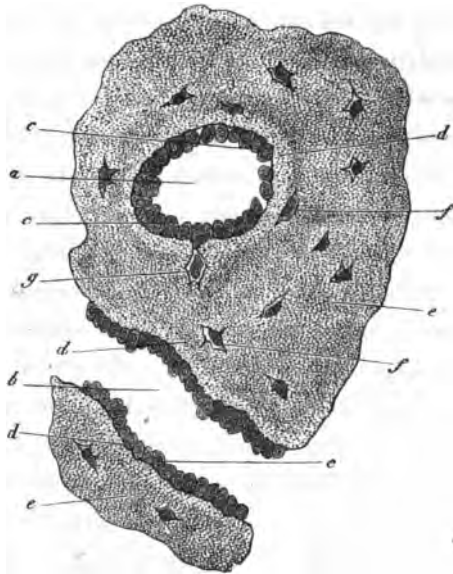


Fig. 64. Querschnitt aus dem Femur eines menschlichen Embryo von etwa 11 Wochen. *a* Ein quer und *b* ein längsdurchschnittenes Markkanälchen; *c* Osteoblasten; *d* die hellere jüngste, *e* die ältere Knochensubstanz; *f* Knochenhöhlen mit den Zellen; *g* Zelle noch mit dem Osteoblasten zusammenhängend.

Höhlen aber von unten oder oben her aufgebrochen, so fällt dieses nicht in die Schnittebene, und man erhält das Trugbild geschlossener Knorpelhöhlen mit endogenen Knochenzellen.

Dasjenige, was so zum ersten Male auftrat, es wiederholt sich in rascher Aufeinanderfolge vielfach nach einander. Lamelle auf Lamelle mit eingeschlossenen Knochenzellen entstehen (Fig. 63 in der unteren Hälfte). Wir erhalten somit ein geschichtetes osteoides Gewebe. Die Knorpelbalkenreste schwinden bei fortgehendem Einschmelzungsprozess mehr und mehr.

Aber das Ding, in seiner wilden wirren Unregelmässigkeit,

es ist sehr verschieden von dem in zierlicher Regelmässigkeit erscheinenden Knochengewebe späterer Tage. *)

Wie wird nun letzteres aus dem ersteren?

Hierüber existiren zweierlei Ansichten. Nach der ersteren (und wir bekennen uns grösstentheils zu derselben) wird das auf Kosten und im Inneren des fötalen Knorpels gebildete osteoide Gewebe (der sogenannte endochondrale Knochen) seines Lebens nicht froh. Er fällt einem frühen Tode, einem baldigen Auflösungsprozess anheim, um die Bildung des grossen Markkanals zu ermöglichen, und auf seiner Oberfläche lagert das jetzt zum Periost gewordene Perichondrium mit Hilfe einer unteren Osteoblastenschicht neues Knochengewebe ab, welches freilich unter nachträglichem Verlust seiner Innenschichten) in den äusseren Partien persistirt, und die regelmässig schöne Knochenstruktur herbeiführt. Man kann dieses als die Appositionstheorie der Osteogenese bezeichnen. KOELLIKER ist kürzlich wiederum für sie mit aller Energie in die Schranken getreten.

Eine andere Ansicht verwirft die Resorption des endochondralen Osteoidgewebes des Gänzlichen, und will nur von interstitiellem Wachsthum aus die Umwandlung des unregelmässigen kavernösen Knochens der Anfangsperiode zum regulären der späteren Lebenszeit erklären. Diese Auffassung hat neuerdings ein fleissiger russischer Forscher, STRELZOFF, gestützt auf deutsche Vorgänger, genauer zu begründen versucht.

Wir können in die zur Zeit brennende Kontroverse nicht weiter eintreten. Die Wahrheit liegt unserer Ansicht nach mehr nach ersterer Seite hin. Ein interstitielles Wachsthum besitzt indessen der junge Knochen gewiss, was auch KOELLIKER natürlich zugesteht. In welchem Grade aber jenes vorkommt, kann zur Stunde Niemand mit Sicherheit angeben. Eine Resorption geht dem normalen Knochen aber sicherlich nicht ab. Dieses beweisen

*) Auch das Mittelstück des Röhrenknochens hatte einmal den gleichen kavernösen Bau, wie ihn uns die Epiphyse darbietet.

die sogenannten »Haversian spaces« gesunder Knochen, wenn wir absehen von längst bekannten krankhaften Resorptionsprozessen. Wer die Beweiskraft solcher Dinge leugnet, mit dem ist unserer Meinung nach nicht mehr zu rechten.

Sehen wir also nach diesen HAVERS'schen Räumen!

Unser Bild (Fig. 65) zeigt uns drei HAVERS'sche Lamellensysteme. Die beiden schraffirten (*aa*) bieten nach einwärts eine

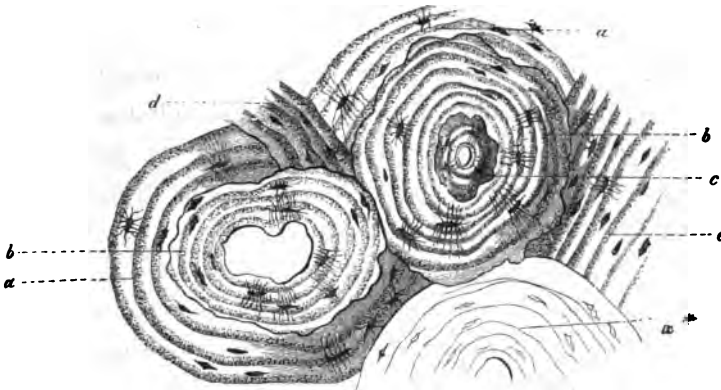


Fig. 65. Ein menschliches Fingerglied im Querschnitte; *a'* ein HAVERS'sches Lamellensystem gewöhnlicher Art; *aa* zwei andere, welche im Innern eine Resorption erlitten haben (*bb*) und so HAVERS'sche Räume bilden, die von neuen Lamellen gefüllt sind; *c* abermalige Resorption in einem solchen mit Ablagerung neuer Knochenmasse; *d* unregelmässige Lamellen und *e* gewöhnliche intermediäre.

zackige Resorptionslinie (*bb*) dar. Auf sie, die Umrisse einhaltend, haben sich neue Knochenlamellen aufgelagert. Nach rechts (*c*) ist über letztere eine abermalige Auflösung gekommen, welche eine neue Lamellenbildung auszugleichen sucht.

KOELLIKER hat den vielkernigen Riesenzellen (Fig. 13) die Eigenschaft zugeschrieben, die Knochensubstanz aufzulösen und sie Osteoklasten genannt. Wir theilen diese Ansicht nicht. Zwischen den knochenenerzeugenden GEGENBAUR'schen Osteoblasten und den knochenzerstörenden Elementen des erstgenannten Forschers existiren eben einmal Uebergangsformen.

Wir halten also die Resorption des endochondralen Knochens fest, und fragen jetzt nach den Einzelheiten des peripherischen

Ersatzes. Diesen liefert also der periosteale Knochen, d. h. das von der Innenfläche der Beinhaut nachträglich gelieferte osteoide Gewebe.

Ein trefflicher französischer Forscher, OLLIER, belehrte uns, dass das abgelöste lebendige Periost, sei es, dass man es im Körper des Eigenthümers zurückbehält, sei es, dass man das Ding einem anderen Thiere einpflanzt, wieder neues Knochengewebe erzeugt; nur muss die unterste Schicht unversehrt sein.

Prüfen wir aber diese tiefste Lage mit Hülfe des Mikroskops, so sind es alte Freunde, die von der endochondralen Knochenbildung her uns bekannten Osteoblasten. Diese Zellschicht wächst dann zapfenartig nach einwärts in eine dem Untergang entgegentreibende indifferente Zellenmasse.

Die knochenerzeugende Kraft der Osteoblasten kennen wir bereits. Somit liefern Osteoblastenzapfen (*sit venia verbo*) die HAVERS'schen Lamellen, während die unmittelbar unter dem Periost befindlichen, d. h. die flache Osteoblastenlage, die General-lamellen liefern. In derartiger Weise also erklärt sich der regelmässige Bau der Diaphyse und ihr Dickenwachsthum. Letzteres bedarf wohl kaum noch einer ferneren Bemerkung.

Wir dürfen demgemäss sagen: der endochondrale Knochen vergeht als embryonale Bildung, der periosteale bleibt für das spätere Leben.

Wie wir schon oben erfuhren, waren eine Anzahl Schädel- und Gesichtsknochen niemals Knorpel.

Sie gehen aus einer weichen fötalen Binde substanz hervor. Man hat ihnen den schlechten Namen der »sekundären« Knochen gegeben. Auch hier, wenn es zur Herstellung osteoiden Gewebes kommen soll, treffen wir Osteoblasten und denselben Entstehungsprozess des Knochengewebes wie vom Periost aus. Die Entwicklung der Knochenmasse beginnt zentrisch an gewissen Stellen, um von da an peripherisch weiter zu schreiten. Das sind

nun also wahre Ossifikationspunkte gegenüber den falschen (oder Verkalkungs-Zentren) des endochondralen Knochens.

Dass bindegewebige Züge bei dem periostealen und sekundären Knochen mannigfach mit erhärtet werden, begreifen wir leicht. Man hat diesen Dingen — sie erscheinen zuweilen wie in ein Brett eingetriebene Nägel — der Namen der SHARPEY'schen Fasern gegeben.

Manche Beobachtungen der Neuzeit sprechen auch für eine unmittelbare Umwandlung des einen oder andern Knorpels in osteoide Masse, ebenso einmal einer bindegewebigen Bildung. Doch ein verkalktes Bindegewebe ist damit noch nicht zum Knochen geworden.

Das wuchernde Bildungsleben des Knochens tritt uns im krankhaften Geschehen noch mehr als im normalen entgegen. Leider können wir auf jenes hier nicht eintreten.

Siebente Vorlesung.

Zahnbein. Zahnschmelz. Linsengewebe.

Den Zahn im Groben kennt Jedermann. Wir unterscheiden : a) die Krone, den freien Theil, b) dann ein mittleres, vom Zahnfleisch umhülltes Stück, den Hals, und c) endlich, in die Alveole des Kiefers eingekeilt, die ein- oder mehrfache Wurzel. Das Innere der Zähne durchzieht ein nach oben blind-sackiger Hohlraum, nach abwärts, der Wurzel entsprechend, ein- oder mehrfach gestaltet und an der Wurzelspitze frei ausmündend. Jenen fällt ein weiches, an Gefässen und Nerven reiches Bindegewebe aus. Das ist die Pulpa.

Die Hauptmasse des Zahnes, welche die Höhle nach einwärts begrenzt und äusserlich von dünner Rindenschicht bedeckt wird, stellt das sogenannte Zahnbein oder die Dentine her, ein modifizirtes osteoides Gewebe. Die Krone umhüllt der sogenannte Schmelz, die Wurzel das Zement; am Halse treffen beiderlei Massen zusammen.

Sehen wir also (Fig. 66) zunächst nach der Dentine (*d*). Dieselbe führt in leimgebender Grundlage eine noch grössere Menge der Kalksalze als die osteoide Substanz. Sie wird durchsetzt von ausserordentlich zahlreichen, recht feinen ($0,0011—0,0023$ mm breiten) Kanälchen, den sogenannten Zahnröhrchen (*ee*). Ihr Verlauf, abgesehen von meist spitzwinkligen Verästelungen und Schleifenverbindungen, ist im Groben ein regelmässiger. Sie stehen im Allgemeinen senkrecht zur Oberfläche der Zahnhöhle, also vertikal auf dem Scheitel der Zahnkrone, schief an deren

Randtheilen, horizontal über Hals und Wurzel, um an der Spitze letzterer wieder eine schief absteigende Richtung zu gewinnen. Ein Querschnitt zeigt sie radial angeordnet. Indessen bei genauerem Zusehen begegnen wir da einer Menge kleiner interessanter Variationen (KOLLMANN).

Mit Luft erfüllt erscheinen sie dunkel, mit Flüssigkeit durchtränkt als helle, leicht verschwindende Gänge. Das Verhalten der sogenannten Kalkkanälchen des Knochens wiederholt sich also hier. Auch eine elastische verkalkte Wandungsschicht geht den Zahngängen gleich denjenigen des Knochens nicht ab. Man erkennt sie freilich jetzt bei stärkerem Durchmesser der Kanälchen leichter.

Nach einwärts münden unsere Zahnröhrchen in die Axenhöhle ein.

Letztere kann einem HAVERS'schen Gange des Knochens recht wohl verglichen werden.

Die Zahnwurzel wird umhüllt vom Zement, wie wir schon oben bemerkt haben. Dasselbe (*a*) ist eine dünne Lage Knochensubstanz, nach abwärts zur Wurzelspitze zunehmend, gewöhnlich ohne Lamellenbildung aber mit zierlichen Knochenkörperchen.

Ein Theil der sogenannten Kalkkanälchen letzterer verbindet sich mit den in das Zement eingetretenen Zahnröhrchen, oder geht — richtiger gesagt — in letztere über. An der Grenze der Knochenhülle und der Dentine kommen mannigfache Lücken, die sogenannten Interglobularräume, vor (*b*), welche mit Knochenkörperchen verwechselt werden könnten.

Lassen wir den Schmelzüberzug der Krone vorläufig noch bei

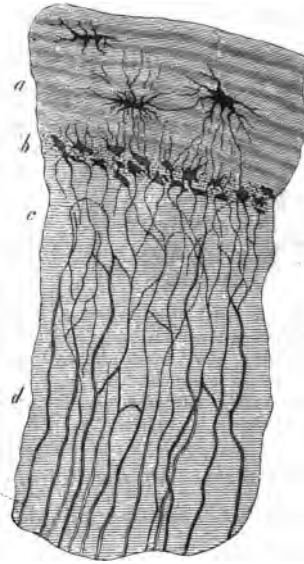


Fig. 66. Menschliche Zahnwurzel *d* mit Zementbekleidung *a*. Bei *b* die körnige oder Tomes'sche Schicht mit Interglobularräumen; bei *c* und *e* die Zahnröhrchen.

Seite, wenden wir uns zunächst zur Inhaltsmasse der Zahnhöhle, zur Zahnpulpa.

Im werdenden Knochen (die vorhergegangene Vorlesung lehrte es) waren die gebrochenen Hohlräume von unreifem Gewebe erfüllt, an dessen Oberfläche die Osteoblasten erschienen.

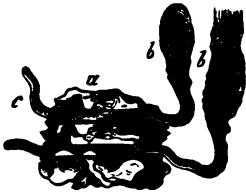


Fig. 67. Zwei Dentinzellen *b*, welche mit ihren Ausläufern ein Stückchen der Zahnkanälchen bei *a* durchsetzen und bei *c* aus dem Zahnbeinfragment hervorragen; nach BEALE.

Die Zahnpulpa besitzt nun — und zwar auch in späteren Tagen — einen ähnlichen Zellentüberzug. Dieses (Fig. 67 *b*) sind die Dentinzellen oder, wie man sie sehr bezeichnend genannt hat (WALDEYER), die Odontoblasten, die Bildner des Zahnbeins. Unsere Zellen, oblong, 0,02—0,03 mm messend, stehen geschichtet. Ein oder mehrere ihrer feinen fadenförmigen Ausläufer dringen

peripherisch in die Zahnröhrchen ein. Ein tüchtiger englischer Forscher, TOMES, hat derartige »weiche Fasern« zuerst hier gesehen.

Die Zahnkrone ist vom Schmelz oder Email, der härtesten Substanz des Körpers, überkleidet. Die organische, formbestimmende Grundlage ergibt nur noch ein paar Prozent (3,5—6) gegenüber einem gewaltigen Ueberschusse der Knochenerde.

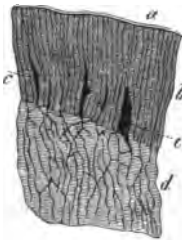


Fig. 68. Rindenthail des Zahnbeins *d* aus der Krone mit Schmelzüberzug *b*; *a* Schmelzhäutchen; *c* die Spalträume mit Luft erfüllt.

Der Schmelz (Fig. 68), eine versteiferte Epithelialproduktion, besteht aus langen, dicht gedrängten polyedrischen Zylindern, den Schmelzprismen oder Schmelzsäulen (*b*). Sie scheinen vielfach die ganze Dicke des Emailüberzuges zu durchsetzen; ihr Querschnitt beträgt 0,0034—0,0045 mm.

Querschliffe des Schmelzes zeigen eine zierliche sechseckige Mosaik (Fig. 69).

Die isolirten Schmelzprismen lassen ein eigenthümliches quergebändertes Ansehen erkennen.

Die Oberfläche des Email ist endlich noch von einer homogenen, ungemein harten Membran überzogen. Dieses ist das Schmelzoberhäutchen (Fig. 68 a).

Unter dem Schmelze bilden die Zahnröhrchen schleifen- und netzartige Uebergänge (Fig. 68 d). In der harten spröden Masse des ersteren ist es zur Bildung mannigfacher Lücken gekommen (c), welche mit den Gängen der Dentine kommunizieren können.

An den geschilderten, ziemlich einfachen Bau der Zähne reiht sich eine recht verwickelte Entstehungsgeschichte. Wir berühren sie hier nur in den Hauptzügen.

Dass die Zähne in den Kinnladen sich bilden, dass sie beim Neugeborenen erst nach Monaten und Jahren hervorbrechen, dass die erste Bezahnung durch eine bleibende zum grösseren Theile ersetzt wird, weiss Jedermann.

Zwei der drei Keimblätter theiligen sich an der Erzeugung unserer Gebilde, das Horn- und das Mittelblatt. Ersteres liefert den Schmelz, letzteres Pulpa, Dentine und Zement.

Auf den freien Rändern der embryonalen Kiefer erscheint anfänglich eine wallartige Verdickung des Plattenepithels (Fig. 70 a). In die weiche Masse des Kiefergewebes dringt sie als vertikale Längsleiste nach abwärts. Man hat erstere den Zahnwall, letztere den Schmelzkeim genannt.

Von Strecke zu Strecke aus der Tiefe des Kinnladengewebes emporstrebend, wuchern dem Schmelzkeim konvexe papilläre Bildungen entgegen, die sogenannten Zahnkeime (f). Sie drücken also die Unterfläche des Schmelzkeimes stellenweise unter Verbreiterung ein,

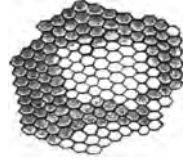


Fig. 69. Querschnitt des menschlichen Schmelzprismen.

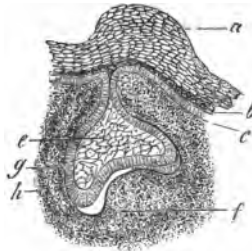


Fig. 70. Zahnbildung eines Schweins-embryo. a Epithelialwall; b jüngere Zellschichten; c unterste; e Schmelzorgan; f Zahnkeim; g innere und h äussere Schicht des werdenden Zahnsäckchens.

sie geben diesem also lokal die Form einer Mütze oder einer Glocke. Man nennt letzteres Ding das Schmelzorgan (*e*).

Gehen wir sogleich, Zwischenformen bei Seite lassend, zu einer späteren Periode sprungweise über. Hier (Fig. 71) hat

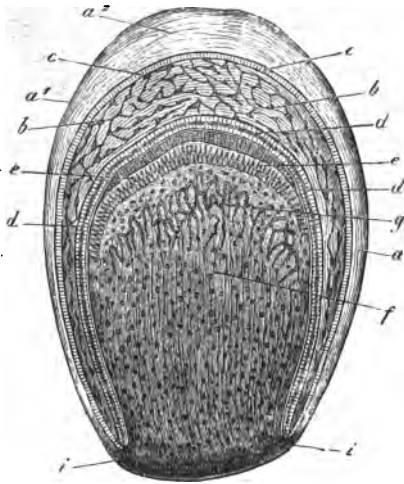


Fig. 71. Zahnsäckchen eines älteren menschlichen Embryo, theilweise schematisch gehalten. *a* Bindegewebige Wandung des Zahnsäckchens mit der Aussenlage *a¹* und der Innenschicht *a²*; *b* Schmelzorgan mit seinen äusseren *c* und unteren Zellen *d*; *e* Dentinzellen; *f* Zahnbein mit den Haargefässen *g*; *i* Uebergang des Bindegewebes der Wand in das Gewebe des Dentinkeimes.

das sogenannte Schmelzorgan (*b*) von seiner Ursprungsstelle, dem Kinnladenepithel, sich längst abgeschnürt, ebenso die seitlichen Verbindungsbrücken mit der Leiste des Schmelzkeimes abgeworfen. Das Ding, an der oberen konvexen und an der unteren konkaven Fläche, ist mit zylindrischen Epithelzellen bekleidet (*c d*). Im Inneren (*b*) erhalten wir Gallertgewebe (Fig. 22). Unten (Fig. 71 *f*) erblicken wir den mächtigen Zahnkeim, die werdende Zahn-

krone. Beides aber ist eingeschlossen durch eine bindegewebige Hülle (*a*), das sogenannte Zahnsäckchen mit Aussen- (*a¹*) und Innenlage (*a²*). Säckchen und Zahnkeim gehen zuletzt unten kontinuierlich in einander über.

Der Zahnkeim trägt an seiner Oberfläche die Lage der Odontoblasten (*e*). Von ihnen wird die erste dünne Rindenlage der Dentine erzeugt. Schicht um Schicht bildet dann hinterher sich über den längswachsenden Zahnkeim. Er gewinnt durch jenes Wachsthum zuletzt Hals und Wurzel; sein weiches blutreiches Gewebe bleibt mehr und mehr im ferneren Entwicklungsgang zurück, und wird zur Pulpa. Von dem Epithel an der konkaven

Fläche des Schmelzorgans kommt es zur Bildung der Schmelzprismen (unterhalb *d*), mögen diese verkalkte Stücke des Zellenleibes oder abgesonderte Zellenmassen darstellen. Zuletzt ertötet der heraufwachsende Zahn das Schmelzorgan, und bricht hervor. Sein Zement dürfte vom unteren Theile des Zahnsäckchens entstanden sein. Dieses erhält sich grösserentheils als Periost der Alveole.

Für die bleibenden Zähne scheint sich schon sehr frühzeitig ein sekundärer Schmelzkeim vom ursprünglichen abzuzweigen.

Wir reihen, um mit den Epithelproduktionen abzuschliessen, hier noch kurz das Gewebe der Krystalllinse des Auges an. Dieselbe (Fig. 72), aus einer Einwucherung des Hornblattes beim Fötus entstanden, wird von strukturloser, nach vorne dickerer, nach hinten verdünnter Kapsel (*aa*) umschlossen. Die Innenfläche des vorderen Kapselsegmentes führt ein ungeschichtetes, niedrig kubisches Plattenepithel (*b*).

Letzteres geht in seiner dem Aequator zustrebenden Randzone allmählich in verlängerte kernführende Elemente, die sogenannten Linsenfasern (*c*) über. Es sind dieses blasse, glashelle, wasserreiche Elemente, in den Aussentheilen des Organs 0,009—0,0143 mm, im Innern (wo sie fester erscheinen) nur 0,0056 mm breit. Die Linsenfaser, mit einer Art Hülle umgeben, hat den Werth einer ausgewachsenen Zelle. Die Kerne (*f*) liegen der Aequatorialzone benachbart. Die Anordnung ist im Allgemeinen eine meridianartige. Querschnitte der Linsenfasern ergeben ein zierliches Band verlängerter Sechsecke (Fig. 73).



Fig. 72. Krystalllinse. *a* Kapsel; *b* Epithelium der Vorderhälfte; *c* Linsenfasern mit dem vorderen *d* und hinteren Ende *e*; *f* Kernzone.



Fig. 73. Linsenfasern im Querschnitt.

Achte Vorlesung.

Das Muskelgewebe.

Wir wenden uns jetzt zum mittleren Keimblatt der embryonalen Anlage zurück, und besprechen eins seiner wichtigsten massenhaftesten Erzeugnisse; wir erörten das Muskelgewebe.

Dasselbe gewährt beim Menschen und den höheren Thieren zwei recht verschiedene Bilder. Einmal erkennen wir als Elemente verlängerte spindelförmige Zellen von homogenem Aussehen (Fig. 74); anderntheils begegnen wir einem längeren, massenhafteren, quergestreiften Faden (Fig. 75 a).

Man spricht demgemäss von glatter und quergestreifter Muskulatur. — Glaube man jedoch nicht, hier mit ganz verschiedenen Dingen zu thun zu haben! Einmal treffen wir in der weiten formenreichen Thierwelt der Zwischenformen gar manche; und dann gehen beiderlei Repräsentanten des Muskelgewebes von höchst ähnlichen Anfangsgestalten aus. Das glatte Element bleibt auf niederer Stufe stehen, das querstreifige hat sich weiter entwickelt. Letzteres kontrahirt sich rasch und energisch, ersteres langsam und träge; letzteres bildet die willkürliche Muskulatur, ersteres die unwillkürlich arbeitende. Das Herz mit quergestreifter unwillkürlicher Fasermasse macht freilich eine Ausnahme.

Früher nahm man als Elemente der glatten Muskeln (Fig. 74. i) blasse kernführende Bänder an. KOELLIKER zerlegte im Jahre 1847 das Band in eine Reihe linear hintereinander aufgereihter zelliger

Elemente, seine kontraktile Faserzellen. Es war dieses damals eine wichtige Entdeckung, ein Zeugniß für den Scharfblick des ausgezeichneten Beobachters.

Diese kontraktile Faserzellen erblicken wir bei *a—h*. Sie sind bald kurze, bald längere, nicht selten gewaltig lange spindelförmige Gebilde (0,0282—0,2256 mm und mehr) von mäßigem Quermesser (0,0074—0,0454 mm). Das Ansehen des hüllenlosen Zellenleibs ist in der Regel ein durchaus homogenes, wenn anders nicht eine Fetteinlagerung stattgefunden hat (*h*). Ein verlängerter Kern (man nennt ihn stäbchenartig) tritt leicht hervor. Er enthält eine oder mehrere Nukleolen. Mitunter treffen wir die Kerne doppelt oder selbst in grösserer Zahl.

Glatte Muskeln sind im Menschenleib weit verbreitet. In der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende bilden sie die längst bekannten stärkeren Muskelschichten, und daneben noch eine feinere (*muscularis mucosae*) im Schleimhautgewebe. Glatten Muskeln begegnen wir ferner in den

Respirationswerkzeugen, so in der hinteren Wandung der Trachea, in der Ringfaserhaut der Bronchien und ihrer Verästelungen. Nach Manchen soll unser Gewebe selbst den respirirenden Lungenbläschen nicht abgehen. Davon konnten wir uns selbst freilich

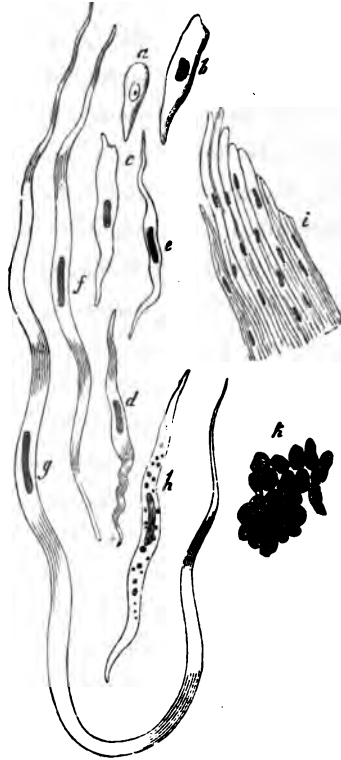


Fig. 74. Glatte Muskulatur des Menschen und Säugethiers. *a* eine Bildungszelle aus der Magengegend eines 2zölligen Schweinsembryo; *b* eine weiter vorgerückte; *c—g* verschiedene Formen der kontraktile Faserzelle des Menschen; *h* eine mit Fettkörnchen versehene; *i* ein Bündel glatter Muskelfäden; *k* Querschnitt durch einen solchen von der Aorta des Ochsen mit vielfach in die Schnittwunde gefallenem Kernen.

niemals überzeugen. Die Mittelschicht der Gefässe, namentlich der Arterien, enthält ferner glatte Muskelmassen. Kleine Bündel derselben kommen in der Lederhaut vor; so an den Haarbälgen (*Arrectores pilorum*), ferner von der Oberfläche des Corium zum Unterhautzellgewebe (J. NEUMANN), dann mehr zusammenhängend an Brustwarze, Warzenhof und namentlich in der sogenannten *Tunica dartos* des Hodens. Muskulös ist ferner die Wand der Gallenblase. Im Harnapparat, in den Nierenkelchen, dem Nierenbecken, den Harnleitern und der Blase gewinnt unser Gewebe grössere Entfaltung. Der männliche Geschlechtsapparat ist ebenfalls reichlich mit glatter Muskelmasse versehen; noch vielmehr der weibliche. Schon der Eierstock beherbergt unserer Ansicht nach jenes Gewebe. Zusammenhängende Schichten bildet es in den Eileitern. Der massenhaftesten Ansammlung des Gewebes überhaupt begegnen wir im Fruchthälter. Hier gewinnt es in einer Schwangerschaft noch mächtigere Vermehrung. Auch den

Lymphknoten, der Milz, dem Auge (Sphincter und Dilatator pupillae, Chorioidea, Ziliar- und Orbital-, sowie Palpebralmuskeln) gehen glatte Muskeln nicht ab.

Quergestreiftem Gewebe begegnen wir an allen Muskeln des Kopfes, Rumpfes und der Gliedmaassen, an der Ohrmuschel, den äusseren Augenmuskeln, in der Zunge, dem Pharynx, der oberen Partie der Speiseröhre, dem Kehlkopf, ferner in den Genitalien, im Mastdarmausgange. Ebenso bildet unser Gewebe das Zwerchfell und modifiziert das Herz.

Als Element (Fig. 75 a) erkennen wir beim Menschen alsbald ein längeres unverzweigtes zylindrisches fadenförmiges Element von 0,0113, 0,0187—0,0563 mm Querdurchmesser. Das ist der Muskelfaden, die Muskelfaser (oder — wie man schlecht sagt — das Primitivbündel).



Fig. 75. Zwei quergestreifte Muskelfäden (a) mit d. Sehnenbündeln (b).

Wir bemerken aber hier alsbald eine eigenthümliche komplizierte Textur.

Man begegnet einer Hülle und einem kontraktilem Inhalte, dem Sarkolemma und der Fleischmasse. Erstere, dem lebenden Muskelfaden als treuer Gefährte dicht anliegend, kann im Tode durch Wasseraufnahme sich blasenartig abheben. Ist die Fleischmasse durch Zerrung zerrissen, so tritt das Sarkolemma oder die Primitivscheide (Fig. 76 a) auf das Deutlichste uns entgegen. Es ist eine wasserhelle, aufgelagerte, elastische Membran.

Dieser Hülle zunächst angelagert trifft man zahlreiche ovale (0,0074—0,0443^{mm} messende) Kerne (Fig. 77 c). Die Seitenflächen und die Pole letzterer sind von geringen Mengen einer protoplasmatischen Substanz umgeben (d). Man hat das Ding (ein Zellenrudiment) Muskelkörperchen

genannt (M. SCHULTZE). So verhält sich der menschliche Muskel. Bei niederen Thieren liegen jedoch die Kerne auch im Innern, und bei unserm Herzmuskel ist das Gleiche der Fall.

Alles dieses erkennt man leicht.

Ausserordentliche Schwierigkeiten bietet dagegen der vom Sarkolemm umhüllte Inhalt, bietet die Fleischmasse dar. Sie ist einmal sehr veränderlich, und wir stehen bei ihrem unendlich zarten Aufbau bald an der Grenze der gegenwärtig möglichen mikroskopischen Auflösung.



Fig. 76. Quer durchgeschnittener Muskelfaden. b b Fleischmasse; a a d. Sarkolemma.

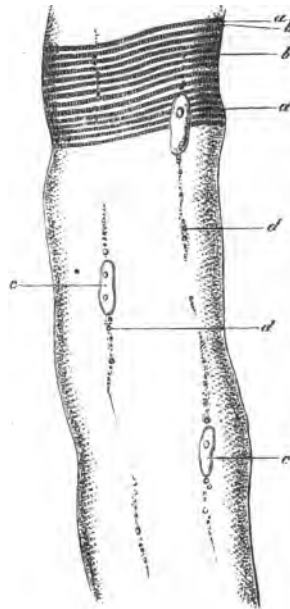


Fig. 77. Ein Muskelfaden des Frosches bei 800facher Vergrößerung. a dunkle Zonen mit Fleischtheilchen; b helle; c Kern; d interstitielle Körnchen (Alkoholpräparat).

In manchen Fällen, regelmässig nach Anwendung gewisser Reagentien, tritt uns die Fleischmasse als ein Bündel feiner ($0,0011-0,0022^{\text{mm}}$ messender) quergezeichneter Längsfibrillen entgegen. Es scheint also (nach Art des Bindegewebes) ein Primitivbündel vorzuliegen.

Bei anderen Behandlungsweisen — und auch im lebendigen Muskel — sehen wir von jenen Fibrillen wenig oder nichts. Der Faden lässt eben nur Querlinien erkennen. Er scheint jetzt — einer VOLTA'schen Säule vergleichbar — aus aufeinander gethürmten Scheiben zu bestehen.

Man wollte beides, die Fibrille wie die Querscheibe, als normale präexistirende Gebilde betrachten, und man hat damit einen doppelten Irrthum — unserer Ansicht nach — begangen. Es gibt im lebenden Muskel weder Fibrillen noch Scheiben.

Der Erste, welcher vor einem Menschenalter hier den richtigen Pfad betrat, war der Engländer BOWMAN. Allerdings vermochte er mit den damaligen optischen Hilfsmitteln den Gegenstand nicht zu erschöpfen, und wir können es heutigen Tages auch noch nicht, obgleich uns weit vollkommenere Mikroskope zur Verfügung stehen.

Nach der Ansicht dieses ausgezeichneten Forschers besteht

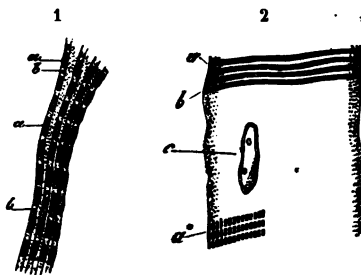


Fig. 78. Zwei Muskelfäden, 1) vom Proteus, 2) vom Schwein, bei 100facher Vergrösserung. a Fleischprismen; b helles Längsbindemittel. Bei a* sind die Sarcous elements von einander entfernt und das Querbindemittel sichtbar; c Kern.

der Muskelfaden wesentlich aus einem Aggregate kleiner Körperchen, der Fleischprismen oder Fleischtheilchen (*sarcous elements*), welche, in der Querrichtung verbunden und zusammenhängend, das Bild eines Scheibchens oder einer dünnen Platte (*disc* nach BOWMAN) ergeben (Fig. 77 a), während sie, in der Längsrichtung aufgereiht, das der Fibrille (Fig. 78 1. a. b) darbieten. Demgemäss präexistiren weder Fibrillen noch Platten. Es ist eben nur eine

Neigung des Muskelfadens vorhanden, bald der Quere, bald der Länge nach sich zu zerspalten. Der Zusammenhang nach letzterer Richtung mag allerdings der stärkere sein. Denn Fibrillen im abgestorbenen Elemente begegnet man häufiger als Querplatten.

Sehen wir uns also zunächst den Muskelfaden einmal mit Hilfe stärkster Vergrößerungen etwas genauer an.

Die transversalen Linien lösen sich sehr leicht auf in dunkle Querzonen, getrennt durch hellere (2. a. b). Erstere bestehen aus nebeneinander gestellten Fleischtheilchen (a^*). Auch das erkennt man mühelos mit Hilfe guter und starker Vergrößerungen. Es sind längliche prismatische Körperchen (beim Proteus 0,0047, beim Frosch 0,0043, beim Säugethier und Menschen 0,0044—0,0042 ^{mm} messend).

Die Fleischtheilchen müssen natürlich untereinander verbunden sein.

Nehmen wir ein feinstes abgespaltenes Längsfädchen, also eine sogenannte Muskelfibrille (4), so ist die Längsreihe der Fleischtheilchen (a) durch das helle Längsbindemittel (b) zusammengehalten. Betrachten wir einen Muskelfaden in Querplatten zerklüftet, so sind dunkle und helle Querzone durch eine transversale Bindesubstanz, welche über die Aussenflächen von a und b unserer Fig. 78. 2 sich erstreckt, verknüpft. Der longitudinale Zusammenhang ist natürlich hier vollständig gelöst.

So glaubten wir vor etwa zehn Jahren uns die Sache leidlich erklären zu können. Allein es sind neuere Beobachtungen hinzugekommen, und weitere Bedenken entstanden.

Schon im Jahre 1863 hatte der Engländer MARTYN in dem hellen Längsbindemittel eine dunkle Querlinie gesehen. Später wurden diese Beobachtungen von KRAUSE bestätigt und erweitert (Fig. 79). Nennen wir jenes Ding (a) also die KRAUSE'sche Querlinie oder Querscheibe.

Allein wir sind damit noch nicht am Ende. Zu gleicher Zeit traf ein anderer befähigter Forscher, HENSEN, die dunkle Querzone, die Querreihe der *Sarcous elements*, halbirt durch eine helle trans-

versale Linie. Das ist die HENSEN'sche Mittelscheibe. Körnchen, welche der KRAUSE'schen Querlinie nach oben und unten angrenzen, hat ENGELMANN hinterher noch als Nebenscheiben bezeichnet (Fig. 80 b).

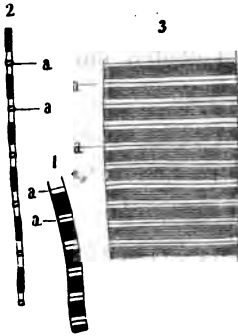


Fig. 79. KRAUSE'sche Querscheiben. a. a. 1 Eine Muskelfibrille ohne, 2 eine solche mit stärkerer Längszerrung, beide sehr stark vergrößert (MARTIN); 3 Muskelfaden des Hundes unmittelbar nach dem Absterben.

Aus diesen sonderbaren Beobachtungen, welche die Grenzen mikroskopischer Analyse berühren, und möglicherweise zum Theil überschreiten, vermögen wir zur

Stunde keinen irgendwie haltbaren Schluss zu erzielen.

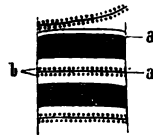


Fig. 80. Stück eines abgestorbenen Muskelfadens der Fliege nach ENGELMANN; a Querscheiben; b Nebenscheiben.

Interessant ist noch eine alte Beobachtung BRÜCKE's. Die BOWMAN'schen *Sarcous elements* brechen das Licht doppelt, das

Längsbindemittel ist einfach lichtbrechend.

Wir gehen endlich zu einigen einfacheren Strukturverhältnissen des quergestreiften Muskelfadens über.

Hierher zählen einmal die sogenannten interstitiellen Körner, kleine Fettmoleküle (Fig. 77 d), welche, von den Kernpolen der Muskelkörperchen beginnend, in linearer Längsanordnung den Faden bald über kürzere, bald längere Strecken durchziehen.



Fig. 81. Querschnitt durch einen gefrorenen Frochmuskel. a Fleischtheilchengruppen; c helles Querbindemittel; b Kern.

Querschnitte durch den gefrorenen Muskel (Fig. 81) lehrte COHNHEIM anfertigen. Man erkennt hier Gruppen der Fleischtheilchen (a) als eine Mosaik kleiner Felder von drei- bis sechseckiger Gestalt. Sie eingrenzend bemerkt man ein System heller glänzender Linien (c), welche dem Querbindemittel angehören müssen.

Einer Modifikation der quergestreiften Muskulatur begegnen wir in der Zunge und im Herzen von Säugethier und Mensch. Es sind dieses verzweigte und netzartig verbundene Fäden. In erstem Organe bemerkt man unter spitzen Winkeln mehrfach sich wiederholende Theilungen.

Im Herzen (Fig. 82) kommt es durch reichliche Anastomosenbildung zu einem engmaschigen Netzwerk. Ein Sarkolemm dürfte diesen verschmälerten Fäden abgehen. Letztere zeigen übrigens Quer- und Längszeichnung stark ausgesprochen. Interessant ist endlich der Umstand, dass jenes Muskelnetz des Herzens aus verkitteten Zellen (Fig. 82 nach rechts) besteht.

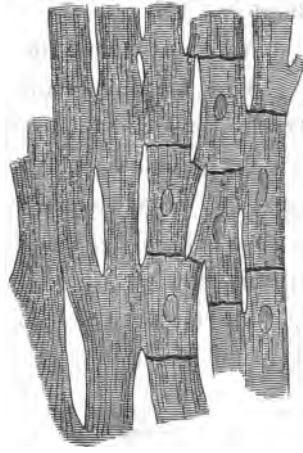


Fig. 82. Herzmuskelfäden. Rechts erscheinen Zellengrenzen und Kerne.

Die übrige quergestreifte Muskulatur zeigt die Fäden parallel angeordnet, leicht prismatisch gegen einander abgeplattet (Fig. 83 a) und beim Menschen die Muskelkörperchen (e) in ihrer Peripherie enthaltend. Dazwischen kommt spärliches Bindegewebe, die Strasse für Gefässe (d) und Nerven, vor. Bei opulenter Ernährung kann jenes Fettzellen (Fig. 50) entwickeln.

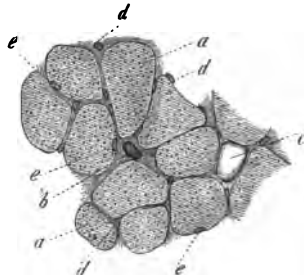


Fig. 83. Querschnitt des menschlichen *Biceps brachii*. a Die Muskelfäden; b Querschnitt eines grösseren Gefässes; c eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; d Haargefässdurchschnitte in der dünnen Bindegewebsschicht zwischen den einzelnen Fäden; e die Kerne (Muskelkörperchen) der letzteren, dem Sarkolemma anliegend.

Eine wechselnde Anzahl der Muskelfäden vereinigt sich zu 0,5—1 mm messenden Bündeln, welche durch reichlicheres Bindegewebe von der Nachbarschaft sich absetzen. Derartige primäre Bündel treten dann zu sekundären zusammen. Die bindegewebige Umhüllung des Muskels

trägt den Namen des *Perimysium externum* im Gegensatz zum *P. internum* der inneren Verbindungsmasse zwischen Fäden und Bündeln.

Auch glatte Muskeln zeigen bündelartige Gruppierung.

Wir kommen endlich zur Sehnenverbindung. Das letztere Gewebe haben wir schon oben Seite 64 geschildert.

Bei geradlinigem Ansatz (Fig. 75) schien früher die Fleischmasse (a) in das Sehnenbündel (b) unmittelbar überzugehen; nicht so aber bei schiefer Insertion, wo ein abgesetztes Muskelende sich herausstellte.

Durch starke Kalilauge gewann WEISMANN hier zuerst überzeugende Bilder (Fig. 84). Das Ende des Muskelfadens, bald rundlich, bald zugespitzt, bald unregelmässig gestaltet, wird stets vom Sarkolemm überzogen (b). Mit entsprechender Grube (c. d) setzt sich das Sehnenbündel an. Das Ganze ist durch eine Kittsubstanz im Leben auf das Festeste verbunden.

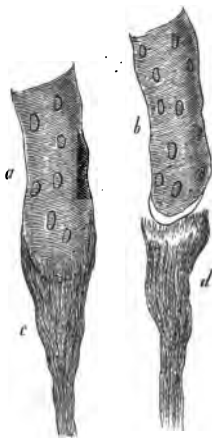


Fig. 84. Zwei Muskelfäden (a. b) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (c), der andere von demselben (d) abgelöst.

Die Muskelfäden haben verschiedene, doch 4 cm (nach KRAUSE) nicht überschreitende Länge. Sie enden daher vielfach weit von den Enden des Gesamtmuskels im Innern desselben unter Zuspitzungen.

Der Muskelfaden besteht aus verschiedenen Eiweisskörpern. *Sarcous elements*, Quer- und Längsbindemittel werden von modifizierten Gliedern jener uns noch so unbekannten Substanzgruppe hergestellt. Der

Wassergehalt ist übrigens entsprechend der Weichheit des Gewebes beträchtlich.

Wir wenden uns zur embryonalen Entwicklung unseres Gewebes.

Die Elemente der glatten Muskeln stellen nichts anderes als zu Spindeln ausgewachsene Zellen dar (Fig. 74). Die rundlichen

oder ovalen Bildungszellen (*a. b*) vertauschen eben einfach ihr Protoplasma mit der homogenen Fleischmasse, die Kerne gewinnen die Stäbchenform, und eine Hülle kommt überhaupt nicht zur Ausbildung.

Schon früher (Fig. 27) berührten wir kurz die Entstehung des quergestreiften Fadens. Nach dem Vorgange SCHWANN's hatte man jenen früher aus der Verschmelzung und Umwandlung reihenweise angeordneter Bildungszellen entstehen lassen. Für die Herzmuskeln kommt, wie wir bereits gesehen haben, in der That etwas derartiges vor; nicht so aber bei der übrigen willkürlichen Muskulatur. Das Element ist hier eine einzige Zelle, welche allerdings eine weit ausgedehntere Umwandlung erleidet, als die kontraktile Faserzelle des glatten Gewebes.

Bei kleinen Embryonen gewinnt man dünne (0,0045—0,0068 mm), aber lange (0,28—0,38 mm betragende) Spindeln mit einem oder zwei bläschenförmigen Kernen und in der Mitte beginnender Querlinienbildung, d. h. mit Umwandlung zu *Sarcous elements*. Unter Kernvermehrung nimmt das Gebilde nicht allein an Länge, sondern auch an Dicke zu. Die Querstreifung schreitet nach den Enden vor, lässt aber den Axentheil noch frei. Hier treffen wir noch immer das alte Protoplasma. Später jedoch, nachdem auch die Längszeichnung hervorgetreten, ist jenes Protoplasma verschwunden mit Ausnahme geringer Reste, welche die Kerne umhüllen, und so das Muskelkörperchen herstellen. Zuletzt finden wir bei Säugethier und Menschen letzteres gegen die Peripherie geschoben.

Schon oben S. 87 haben wir das Sarkolemm des quergestreiften Fadens als eine vom benachbarten Bindegewebe gelieferte homogene Grenzschicht erklärt. Doch stimmen nicht alle Forscher unserer Ansicht bei.

Die Muskelfäden des Neugeborenen sind noch mehrfach feiner als die des Erwachsenen. Die nachträgliche Dickenzunahme erklärt zu einem guten Theil das Wachsthum des Muskels in

die Quere. Indessen neue Fasern entwickeln sich hier noch nachträglich (BUDGE). Freilich das ist neuerdings bestritten worden.

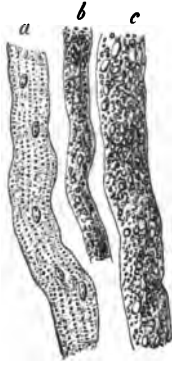


Fig. 85. Fettig degenerirte Muskelfäden des Menschen.
a Geringerer, b hoher,
c höchster Grad.

WEISMANN beobachtete, wie Froschmuskeln unter gewaltiger Kernvermehrung sich der Länge nach theilen. Man sieht alsdann förmliche Kernsäulen nebeneinander absteigen. Dann zerspaltet sich der Faden; aus einem werden zwei, welche hinterher durch Dickenwachsthum den normalen Quermesser gewinnen. Die beiden Theilungssprösslinge können nachträglich denselben Spaltungsprozess wiederholen. Aus einem Muskelfaden vermag demgemäss schliesslich eine ganze Fadengruppe zu werden.

Unter den Untergangsformen unseres Gewebes ist die Fettdegeneration die häufigste (Fig. 84).

Neunte Vorlesung.

Die Gefäße der Blutbahn.

Man kann eigentlich nicht von einem Gefässgewebe sprechen. Nur die innerste Lage besteht aus einer einfachen Schicht innig verkitteter endothelialer Zellen. Dieses Stratum ist das ursprüngliche; es bildet das einfachste, feinste Gefässrohr.

Alle übrigen Schichten dagegen, welche in weiterer Auflagerung die Gefässwand verstärken — und sie beginnen schon sehr bald — gehören Geweben an, welche wir bereits erörtert haben; sie bestehen nämlich aus bindegewebigen und elastischen Massen sowie aus Lagen glatter Muskulatur.

Bekanntlich leitet das Blut vom Herzen weg mit gewaltiger Verästelung des Systems der Arterien. Die Rückbeförderung ist den nicht minder verzweigten Venen übermittelt. Zwischen beide schiebt sich — allerdings ohne schärfere Grenze — der physiologisch wichtigste Theil der Bahn, der Bezirk der Kapillaren oder Haargefäße ein. Sie vermitteln die Ernährung der Organe und Gewebe, sowie die Absonderung der Drüsen.

Die feinsten Haargefäße — sie kommen jedoch keineswegs allen Körpertheilen zu — haben ein Kaliber, gerade noch ausreichend, um die Blutzellen, eine hinter der anderen, oft noch mit einer gewissen seitlichen Kompression, passiren zu lassen. Ihr Lumen kann daher für den Menschen auf 0,0045—0,0068 ^{mm} angenommen werden. In anderen Körpertheilen bieten die feinsten Kapillaren jedoch das Doppelte jenes Quermessers dar.

Ohne passende Reagentien behandelt, erscheint ihr Bau ausserordentlich einfach. Eine wasserhelle, strukturlose, dehn-

bare und elastische Membran enthält, von Strecke zu Strecke eingebettet, rundliche oder längsovale Kerne (mit Kernkörperchen) von $0,0056—0,0074\text{ mm}$. In den feinsten Haargefässen liegen die Kerne in einfacher Weise hinter einander; in etwas weiteren beginnt eine alternirende Stellung Platz zu greifen.

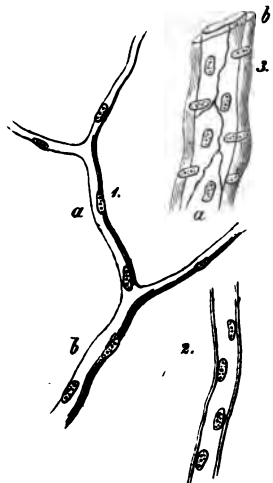


Fig. 86. 1. Haargefäss mit dünner Wand und den Kernen *a* und *b*; 2. Kapillare mit doppelt begrenzter Wandung; 3. kleine Arterie mit der Endothellage *a* und der Mittelschicht *b*.

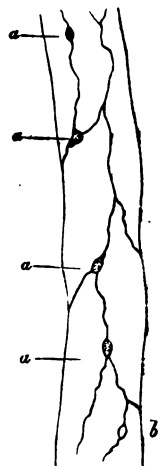


Fig. 87. Kapillare aus dem Mesenterium des Frosches. Bei *a* und *b* kleine Oeffnungen, „Stomatata“.

Treiben wir jedoch einen Strom verdünnter Hüllensteinslösung durch unser Haargefäss, so erscheint es jetzt aus den Fig. 24 abgebildeten Platten und gekrümmten kernführenden Endothel- oder Gefässzellen zusammengesetzt. Bei starken Vergrösserungen (Fig. 87) erkennt man streckenweise zwischen den Endothelien grössere und kleinere, meist rundliche dunkle Körperchen (*aa*) oder helle kreisartige Zeichnungen (*b*). Es liegen hier kleine Oeffnungen vor, durch welche die Lymphoidzellen mit ihrer vitalen Ortsbewegung (S. 40) aktiv austreten dürften und auch die farbigen Elemente des Blutes passiv ausgepresst werden (S. 29). Erstere wunderbare Emigration kennt man seit Jahren (A. WALLER, COHNHEIM).

Bei anderen Haargefässen (Fig. 86, 2) ist die Wandung von doppelter Linie eingegrenzt. Hier scheint bereits in erster Anlage eine sogenannte *Tunica intima* oder *serosa* vorzuliegen.

Häufiger sind Kapillaren, wo das Endothelrohr von einer Bindegewebsschicht, einer sogenannten *Adventitia capillaris*, umgeben wird. Letztere ist mit aller Sicherheit die erste Anlage jener Schicht, welche mit steigender Komplikation als äusserste, als *Adventitia*, allen grösseren Gefässen zukommt. Wir treffen hier anfänglich entweder gewöhnliches Bindegewebe, freilich auf früherer Stufe stehen gebliebenes, mit längsgerichteten Kernen, oder Zellenresten (Fig. 89 d), oder wenn es sich um Kapillaren lymphoider Organe handelt (Fig. 88 b), so hat in zierlicher Weise die retikulirte Binde substanz über das Endothelrohr sich ausgebreitet, und das Haargefäss ist von jenem Zellennetz ausgespannt gehalten, wie die Stickerei im Rahmen.

Gehen wir jetzt zu etwas stärkeren Stämmen über, so kommen hier mancherlei Variationen des Baues vor. Sie fallen theils mit der Natur der Gefässe, ob Arterien- oder Venenzweigen, zusammen, theils sind sie auch mehr individueller oder lokaler Beschaffenheit.

Häufig, wenn wir den Kapillarbezirk gegen die arteriellen Röhren hin verfolgen, gewahren wir Stämmchen, wo um das Endothelrohr (Fig. 86, 3 a) eine Lage, durch querstehende Kerne ins Auge fallend, getroffen wird (b). Letztere stellt im ersten Anfange die muskulöse Mittelschicht oder *Tunica media* der Gefässe her. Ein ähnlich starker Venenzweig pflegt statt letzterer Lage eine bindegewebige *Adventitia* zu führen. Doch sie kommt, über

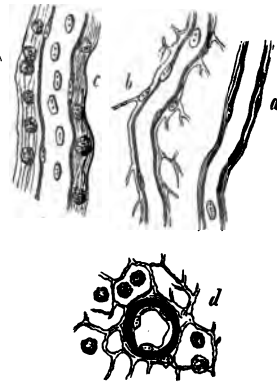


Fig. 88. Haargefässe und feine Stämmchen des Säugethiers. a Kapillargefäss aus dem Gehirn; b von einer Lymphdrüse; c ein etwas stärkeres Stämmchen mit einer Lymphscheide aus dem Dünndarm, und d Querschnitt einer kleinen Arterie eines Lymphknotens.

die Muskelschicht ausgebreitet, indessen auch feinen Arterienzweigen oftmals genug zu.

Nehmen wir ein arterielles Stämmchen nach Art unserer Fig. 89. Das Endothelrohr ist hier nicht gezeichnet. Diesem auf-

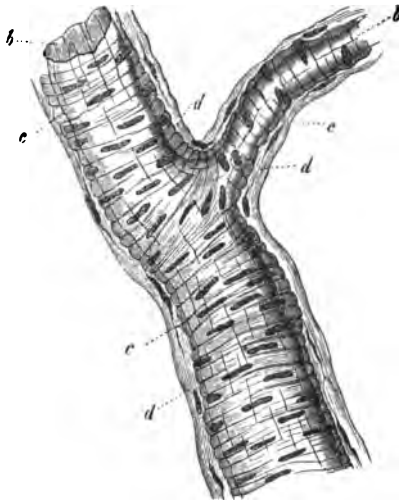


Fig. 89. Ein arterielles Stämmchen. Bei *b* die homogene, kernlose Innenschicht; *c* die aus kontraktiven Faserzellen gebildete mittlere; *d* die bindegewebige äussere Lage.

liegend, somit als innerste Schicht des Bildes, erkennen wir bei *b* eine homogene, längsstreifige elastische Haut, die *Tunica serosa* der älteren Anatomie. Umgeben wird dieselbe von einer Lage querlaufender kontraktiler Faserzellen bei *c*. Die bindegewebige Lage *d* mit längsgerichteten Zellen macht den Beschluss. Sie kann unter Umständen vielfach dicker sein als in unserm Bilde.

Andere Arterienstämmchen zeigen die Muskelschicht aus mehreren über einander

gebetteten Lagen der Faserzellen hergestellt, so Fig. 88 *d*, wo die Adventitia wieder von retikulärer Bindesubstanz geformt ist.

Grössere Stämme können zuletzt nicht mehr in ihrer Totalität unter dem Mikroskop übersehen werden. Man muss also die einzelnen Schichten abpräpariert im Einzelnen untersuchen, oder durch die erhärteten Wandungen longitudinale und transversale Schnitte anfertigen.

Die weiteren Wandlungen, von den sich zunächst anreihenden bis zu den entferntesten der grössten Blutgefässe, bestehen nun in Folgendem: Das Endothelrohr bleibt immer einschichtig, die äusserste Lage, die bindegewebige Adventitia, bleibt es auch; doch nimmt sie an Dicke zu, die Bindegewebsbündel werden deutlicher, und elastische Fasernetze treten, namentlich bei Arte-

rien, mehr und mehr auf. Die beiden mittleren Lagen, die Serosa und Media, beginnen sich dagegen zu schichten; jede derselben besteht aus einer zunehmenden Anzahl über einander gebetteter Lagen. Die wachsende Dicke der Gefäßwand beruht darauf. Die innere Schichtungsgruppe behält in ihren membranösen Lagen wesentlich die Natur des elastischen Gewebes bei, und bietet die verschiedenartigsten Erscheinungsformen desselben unter longitudinaler Anordnung dar. Die mittlere Gruppe, verwandelt sich in ein System alternirender Lagen des elastischen Gewebes und der glatten Muskulatur, beide mit queren Verlauf, oder auch des Bindegewebes. Die *Tunica media* bleibt bei Venen weit schwächer als bei ähnlich grossen Arterien, so dass die Wand ersterer Gefäße dadurch dünner ausfällt. Die Endothelzellen der Arterien erscheinen ferner als schmale lanzettförmige Plättchen; diejenigen venöser Gefäße sind kürzer und breiter (S. 34).

Nehmen wir eine kleine Vene von etwa 0,25 mm Kaliber, so folgt auf das Epithel eine mit feinen elastischen Längsnetzen versehene Serosa. Die Mittellage wird durch einige Muskellagen mit dazwischen befindlichen elastischen Netzen und bindegewebigen Schichten hergestellt. Die Adventitia zeigt längslaufendes Bindegewebe und ein Kontingent elastischer Fasern.

Anders das Bild in mittelstarken Venen. Hier ist die Serosa zu einer Schichtungsgruppe geworden. Homogenen oder streifigen Lagen mit längsgerichteten Spindelzellen, elastischen Häuten oder Längsnetzen begegnen wir nunmehr. Ja sogar die Elemente der glatten Muskulatur können schon in dieser inneren Schichtungsgruppe enthalten sein. Die Mittellagen bestehen aus querlaufendem Bindegewebe mit ebenso gerichteten elastischen Netzen und aus glatter Muskulatur. Doch treten auch hier einzelne elastische Lagen mit Längsfasern auf. Die Adventitia ist die gewöhnliche. Indessen auch sie kann kontraktile Faserzellen beherbergen.

Die grössten Venen besitzen eine ähnliche (doch der glatten Muskulatur entbehrende) Serosa, während die Media unentwickelt bleibt, ja fehlen kann. Sie zeigt spärliche muskulöse Elemente,

durchsetzt von querm Bindegewebe. Elastische Längsfasernetze haben sich hier ebenfalls erhalten. In der starken Adventitia mancher Venen begegnet man nach einwärts einer starken Längsmuskulatur, so namentlich denjenigen des schwangeren Uterus, während die Blutleiter der *Dura mater* ganz muskellos sich ergeben.

Nehmen wir kleinere Arterien, so bleiben Serosa und Adventitia ziemlich unverändert. Doch kommen in ersterer netzartig durchbrochene elastische Lager, sogenannte »gefensterte Membranen« oder freie elastische Längsnetze häufig vor; die Media bietet mehrere über einander gebettete Lagen querg gerichteter Muskulatur dar, und in der fibrillären Aussenschicht entwickelt sich ein ebenfalls elastisches Netz.

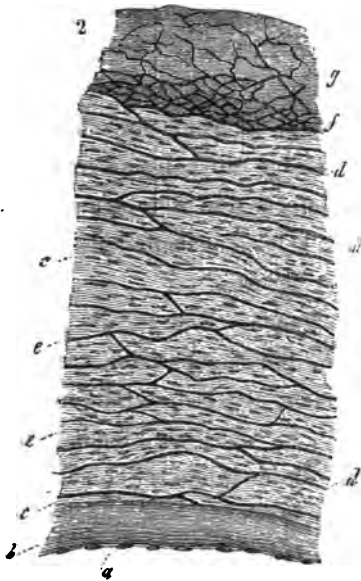


Fig. 90. Eine grosse Arterie, Querschnitt durch die Wand. *a* Endothel; *b* Serosa; *c* Aussenschicht derselben; *d* elastische; *e* muskulöse Lagen der Media; *g* Adventitia; *f* ihr elastisches Fasernetz.

Bei stärkeren Stämmen nimmt die Schichtung der Innen- und Mittellagen zu. Bei letzteren schieben sich jetzt zwischen die muskulösen Schichten elastische Platten mit querrer Faserung ein, und das elastische Netz der Adventitia wird mächtiger.

Die grössten Arterien (Fig. 90) zeigen unter dem Endothel (*a*) stark geschichtet die Gruppe der inneren Gefässhaut (*b*). Die einzelnen Lamellen in wechselnder Textur bieten die ganze Mannigfaltigkeit des elastischen Gewebes dar. Ja nach einwärts, gegen den Endothelüberzug hin, kann

man auf mehr homogene oder mehr streifige Lagen stossen mit über einander gebetteten Zellennetzen (LANGMANS, VON EBNER).

In der mittleren Schichtungsgruppe tritt der häutige Charakter der elastischen Fasernetze (*d*) mehr und mehr hervor. Ihre Fasern können dünner oder stärker sein; die membranöse Verbindungssubstanz vermag ganz oder durchlöchert zu erscheinen. Die Zahl dieser elastischen Lagen kann sich auf 30, 40, 50 und mehr erheben. Die Muskulatur der Mittelschicht (*e*) erscheint ungleich entwickelt, häufig gar nicht besonders. Die Richtung der Fasern ist keineswegs eine ausschliesslich quere. In den Aussentheilen der Media tritt fibrilläres Bindegewebe auf (SCHULTZE, von ESNER). In der Adventitia endlich (*g*) gewinnt nach einwärts das elastische Fasernetz (*f*) bei grösseren Säugethieren eine ganz gewaltige Entfaltung.

Die Klappen der Gefässe bestehen aus Bindegewebe mit elastischen Zumischungen und dem Endothelüberzuge.

Vasa vasorum nennt man die Haargefässe, welche, in Mittel- und Aussenschicht starker Stämme vorkommend, der Gefässwand das Ernährungsmaterial liefern.

Die Gefässnerven endigen an der Muskulatur der Media.

Wir gehen über zur Anordnung der Haargefässe im menschlichen Körper.

Man weiss, dass sie nicht überall vorkommen. So bleiben gefässlos die Epithelialgebilde mit der Krystalllinse, die Cornea des Auges und die permanenten Knorpel.

Eine Eigenthümlichkeit des Haargefässbezirks beruht darin, dass die Röhren durch Abgabe der Aeste nicht mehr in auffallendem Grade sich verengern, und dass durch Zusammentreffen der Zweige Netze von mehr regelmässiger und häufig höchst bezeichnender Form entstehen.

Der Quermesser der Capillaren (s. oben) ist für die einzelnen Körpertheile des Menschen keineswegs derselbe. Die feinsten von 0,0068—0,0065 mm und weniger zeigen Gehirn und Retina. Etwas stärkere mit 0,0074 mm führt der Muskel. Abermals nimmt das Kaliber in Etwas zu an denjenigen des Bindegewebes, der äusseren Haut und der Schleimhäute. Weiter gestaltet sich das Lumen

noch bei den Kapillaren der meisten Drüsen, wie der Leber, der Nieren und Lungen. Wir erhalten hier $0,0099$ — $0,0435$ mm Quermesser. Die ansehnlichsten endlich, $0,0226$ mm stark, zeigt das Knochenmark. — Dass bei grösseren Blutkörperchen auch die feinsten Haargefässe des Thiers ansehnlichere Kaliber besitzen, braucht kaum bemerkt zu werden.

Die Haargefässe kommen bald reichlicher, bald spärlicher in einem Körpertheile vor. Die Grösse der von ihren Netzen eingegrenzten Gewebestücke fällt demgemäss sehr wechselnd aus, klein in den blutreichen, gross in den blutarmen Theilen. Erstere haben einen energischen, letztere einen trägen Umsatz der Stoffe. Ungemein blutreich erscheint die Lunge (Fig. 92). Ihr zur Athmung dienendes Haargefässnetz ist das dicht-

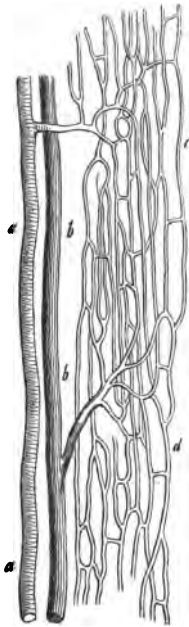


Fig. 91. Gefässnetz eines querstreifigen Muskels. *a* Arteriellcs Gefäss; *b* venöses; *c, d* das Kapillarnetz.

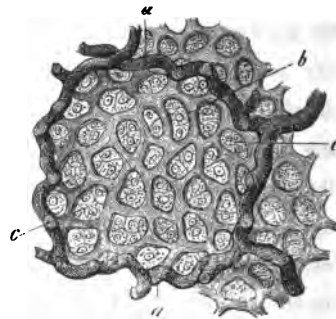


Fig. 92. Ein Lungenbläschen des Kalbs. *a* Grössere Blutgefässe, welche in den Scheidewänden der Alveolen verlaufen; *b* Kapillarnetz; *c* Epithelialzellen.

teste des Organismus. Die übrigen Drüsen nähern sich an. Sehr blutarm ergeben sich die fibrösen Häute, die Sehnen, das Neurilemm.

Die Form der Kapillarnetze wird bedingt durch die Gestalt der zu umspinnenden Theile, durch die Beschaffenheit der einzelnen Formelemente oder ihrer Gruppierungen.

Wir haben einmal das sogenannte gestreckte Kapillarnetz. Ein quergestreifter Muskel (Fig. 94) kann uns das versinnlichen. Die einzelnen Fäden werden von jenen ungemein verlängerten Maschen (c) umgeben. Auch die unwillkürliche glatte Muskulatur besitzt das gleiche Kapillarnetz. Hier aber, bei der Dünne der Elemente, tritt ein Faserbündel an die Stelle des quergestreiften Fadens.

Andere Theile mit verlängerten Elementen, z. B. die Magenumukose mit ihren langen dünnen Schlauchdrüsen, zeigen ein ähnliches gestrecktes Maschennetz.

Wir kennen von Fig. 48 her die Fettzellen, grosse rundliche Gebilde. Ihr Haargefässnetz, damit in Uebereinstimmung stehend, bildet rundliche Maschen (Fig. 93). Das Arterienästchen (a) und der kleine Venenzweig eines Häufchens dieser Fettzellen (b) treten uns sehr deutlich entgegen.



Wir werden später bei den Drüsen sehr verbreitete Organe von traubigem Bau kennen lernen. Ein rundliches oder längliches Säckchen (Acinus) umschliesst ein Häufchen kleinerer Inhaltszellen. Die Acini werden

Fig. 93. Gefässe der Fettzellen. Das Arterien- (a), Venenstämmchen (b) mit dem rundlichen Kapillarnetz eines Fettträubchens.

nun ebenfalls von einem ausgebildeten ganz ähnlichen runden Maschennetz umspannen, wie die einzelnen Fettzellen.

Ein hübsches, sehr bezeichnendes Anordnungsverhältniss bieten die Kapillaren der Leber dar (Fig. 94). Die Leber — wir kommen auf sie ausführlicher in dem Folgenden zurück — zerfällt in sogenannte Läppchen, in Ansammlungen radiär gerichteter Zellen. Das mächtig entwickelte Haargefässsystem hält dieselbe Anordnung ein. Es ist dies eine rundlich-strahlige.

Die Lederhaut des Menschen springt in mikroskopisch kleinen Papillen vor, welche das dicke Epithel (S. 34) mit glatter Oberfläche umhüllt. Der grösste Theil dieser Papillen enthält ein Haargefäss, das an der einen Seite emporsteigt, auf der Papillenhöhe umbiegt, um an der entgegengesetzten Seitenfläche herabzulaufen. Dieses ist die Kapillarschlinge.



Fig. 94. Das Gefässnetz der Kaninchenleber, durchzogen von einem Pfortladeraste.

Grössere Papillen kommen manchen Schleimhäuten zu; so dem Zungenrücken als sogenannte Geschmackswärzchen, dem ganzen Dünndarm als Darmzotten, um Anderes zu übergehen. Hier (Fig. 95) genügt die einfache Haargefässschleife nicht mehr. Zwischen sie schieben sich verbindende Kapillaren und Kapillarnetze ein. Es entsteht so das Schlingennetz.

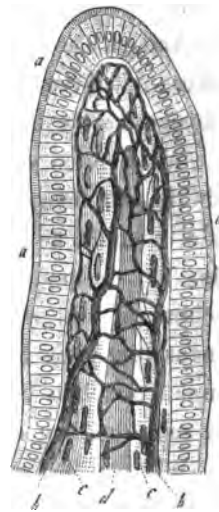


Fig. 95. Eine Darmzotte. a Das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithelium; b das Kapillarnetz; c Längslagen glatter Muskelfasern; d das in der Axe befindliche Chylusgefäss.

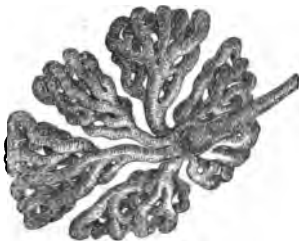


Fig. 96. Glomerulus der Schweineniere.

Eine ganz eigenthümliche Bildung zeigt die Rindenschicht der Niere in dem sogenannten Glomerulus oder Gefässknäuel (Fig. 96).

Ein mikroskopischer Arterienzweig (nach rechts) zertheilt sich, und jeder Ast bildet ein Konvolut

dicht gedrängter Kapillaren. Diese Stücke mit ausführenden Kanälen treten zuletzt wieder zu einem einzigen begleitenden Gefässrohr zusammen. Man spricht also hier von einem zuführenden Gefäss (*Vas afferens*) und einem abführenden (*Vas efferens*). Aus letzterem entsteht weiter abwärts eine neue und zwar kapillare Netzbildung.

Um Haargefässe zu studiren, muss man sie von stärkeren Stämmen aus mit transparent (durch Karmin oder Berlinerblau) gefärbter Gelatine bei erhöhter Wärme injizieren. Undurchsichtige körnige Massen (Zinnober, Bleiweiss, Chromgelb) waren die unvollkommenen Hilfsmittel einer früheren Epoche. Man wendet sie zur Stunde wenig mehr an. Auch andere Träger des Farbestoffes, harzige, wachsiges Massen oder ätherische Oele kommen höchstens noch einmal hier und da für ganz besondere Zwecke zur Benützung.

Die embryonale Entstehung der Gefässe ist noch immer mit manchen Dunkelheiten verknüpft.

Das Herz, eine Produktion des mittleren Keimblattes, legt sich sehr frühzeitig an, und tritt bald darauf in Thätigkeit. Es ist von Anfang an hohl, und dieselbe Beschaffenheit scheinen die grossen angrenzenden Blutgefässe ebenfalls zu besitzen.

Fragt es sich aber um die näheren Einzelheiten dieses Vorganges, so müssen wir unser gegenwärtiges Wissen als ein wenig befriedigendes bezeichnen.

Nach KLEIN werden die ersten grossen Gefässe des Hühnerembryo von Zellen des mittleren Keimblattes gebildet. Der Inhalt letzterer verflüssigt sich bald. Den vergrösserten und verwässerten Zellenkörper umhüllt nunmehr eine Protoplasmaschale mit dem ursprünglichen Kern. Von solchen Zellen werden die erste Gefässwand, das Endothelrohr, ebenso die ersten Blutkörperchen, abgeleitet. — Die Zelle soll nämlich unter Kernvermehrung anschwellen und, indem die Kerne unter Vermehrung hinterher eine regelmässige Stellung annehmen, soll jener Protoplasma-mantel zuletzt in platte Endothelzellen sich zertrennen. Von jener

endothelialen Wandung lässt man ebenfalls durch Abschnürung die ersten Blutkörperchen hervorgehen. Doch soll auch noch eine andere Entstehung stattfinden.

Die erste Gefäßwand und die ersten Blutkörperchen würden also ihren Ursprung aus der nämlichen Zelle ableiten.

Wir führen hierzu noch die wichtige Thatsache an, dass erst nachträglich die primäre Gefäßwand von Höllensteinlösung in die bekannten Endothelzellen zerlegt wird.



Fig. 97. Entwicklung feinerer Haargefäße im Schwanz der Froschlarve. *p. p* Protoplasma-Sprossen und -Stränge.

Durch Auflagerung kommt es dann sekundär zur Bildung der ferneren äusseren Gefäßschichten, einer Serosa, Media und Adventitia. Indessen auch hier fehlt es noch sehr an genauen Beobachtungen.

Haargefäße — wir nehmen ursprünglich ein homogenes, kernführendes Protoplasma-rohr an — sind frühzeitig vorhanden.

Sie zeigen bald weitere Umwandlungen. Schön erkennt man diese im durchsichtigen Schwanz der Froschlarve (Fig. 97).

Der Prozess ist eine Art von Sprossenbildung.

Von den Wandungen bereits fertiger benachbarter Kapillaren wird nämlich ein zur selbständigen Weiterentwicklung befähigtes

Protoplasma in Gestalt konischer Spitzen geliefert (Fig. 97. 1. 2. p. p). Durch Zusammenfließen (2) wandeln sich letztere in anfänglich solide Stränge um. Schmilzt dann der Axentheil des mittlerweile erweiterten Stranges ein, so erhalten wir die Protoplasmaröhre (3. p). Bei weiterer Umwandlung letzterer scheint es zur Bildung neuer Kerne zu kommen. Zuletzt wird von der protoplasmatischen Wandung und der jungen Nuklearformation das endothele Rohr hergestellt.

Auch die abnorme Neubildung der Gefäße im späteren Leben gehorcht dem alten embryonalen Gesetze.

Zehnte Vorlesung.

Die Lymphwege und die Lymphknoten.

Was man unter Lymphe versteht, haben wir schon in unserer zweiten Vorlesung (S. 28) erwähnt. Es war das durch die Kapillarwandungen ausgetretene Blutplasma, welches gelöste ernährende Bestandtheile an das Gewebe abgegeben und Zersetzungsprodukte des letzteren im Austausch aufgenommen hatte. Schon damals erwähnten wir, dass diese ununterbrochen vom Blutstrom gelieferte Flüssigkeit nothwendigerweise zur Abfuhr kommen müsse. Die hierzu dienende Einrichtung müssen wir jetzt aber erörtern.

Indessen wir wollen den umgekehrten Weg wie in der vorigen Vorlesung gehen. Denn die grossen und mittleren Abflussröhren der Lymphe sind genauer bekannt, während über die feinen und feinsten Anfänge noch mancherlei Unsicherheiten des Wissens herrschen.

Beginnen wir mit dem *Ductus thoracicus*, dem letzten grossen Abflussrohr der Lymphbahn, so treffen wir hier eine der Venenwandung entsprechende Beschaffenheit.

Das Endothel umgeben als Serosa einige Schichten streifiger Substanz und dann ein Netzwerk längslaufender elastischer Fasern. Als Mittelschicht erhalten wir zunächst längslaufendes Bindegewebe und dann quere Muskulatur. Die Adventitia zeigt auch noch Reste des letzteren Gewebes. An Klappen fehlt es schon hier, wie später in den feineren Lymphgefässen nicht.

Steigen wir zu letzteren herab, so dürfte die Schichtung wie in den Venen sich vereinfachen. Doch bedürfen wir hier noch genauerer Studien. An Stämmchen von 0,2—0,3^{mm} hat man noch die bezeichnenden vier Gefässschichten vorgefunden.

Allmählich verlieren sich Adventitia, Media und Serosa, und wir behalten allein noch das endotheliale Rohr mit ähnlichen Zellen wie in der Blutbahn übrig. Auch hier begegnen wir noch Klappen und vereinzelt knoten- oder ampullenartigen Anschwellungen. Derartige Gefässe bleiben von der Nachbarschaft zunächst noch deutlich abgegrenzt. Das Verhalten jener Gänge zu den Blutgefässen ist ein sehr verschiedenes. Meistens ziehen beiderlei Gefässe nur neben einander hin. Gar nicht selten ist ein arterieller Zweig von einem Paare lymphatischer Kanäle begleitet. Man kann alsdann leicht einen Irrthum begehen, nämlich annehmen, der Blutstrom sei vom lymphatischen umschieden. Doch kommt letzteres Verhältniss in Wirklichkeit ebenfalls vor (Fig. 88 c), wenn auch seltener, als Manche annehmen.

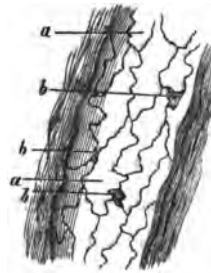


Fig. 98. Lymphkanal aus dem Dickdarm des Meerschweinchens. a Gefässzellen; b Lücken zwischen denselben.

Zuletzt jedoch ändert sich das Aussehen der Lymphgefässe; die Aussenfläche unserer Gefässzellen ist nunmehr mit dem umgebenden Gewebe fest verwachsen — es entsteht also bei ersterer Betrachtung somit der Eindruck einer Lücke und Spalte. Derartig haben wir das Ding früher allgemein betrachtet, bis uns die Anwendung der verdünnten Höllesteinlösung die Augen öffnete (Fig. 98 a).

Zur Erforschung der feinsten letzten Lymphwege sind künstliche Injektionen natürlich abermals erforderlich; ja in noch höherem Grade als bei den Haargefässen der Blutbahn, wo unter günstigen Umständen die farbigen Zellen die feinen Röhren hervortreten lassen. Die Lymphe, eine farblose, zellenarme Flüssigkeit, thut dies bekanntlich nicht, und nur die fettüberladenen Chylusgefässe heben sich ohne Weiteres zeitweise deutlich hervor.

Allein die Lymphgefäße besitzen bekanntlich kein, einer Arterie vergleichbares Zuflussrohr; sie zeigen eben nur einen Kapillarbezirk und wegleitende, den Venen vergleichbare Kanäle. Letztere nach abwärts zu erfüllen, verbietet fast ausnahmslos der Klappenwiderstand. Es ist ein Verdienst eines hochgefeierten Anatomen der Gegenwart, *HYRTL's*, hier eine sehr einfache und dabei höchst wirkungsreiche Methode der Injektion entdeckt zu haben. Wir meinen sein »Einstichsverfahren«.

Man dringt nämlich vorsichtig mit feiner Kantlespitze in ein Gewebe ein, in welchem man lymphatische Bahnen vermuthet, und man versucht in schonendster Weise langsam die Erfüllung einer verletzten lymphatischen Leitung. Freilich vieles verunglückt unausbleiblich, — doch, Uebung macht den Meister — und man kommt mit Geduld und Ausdauer schliesslich zum Ziele. Das hat, um von Andern zu schweigen, *TRICHMANN's* schönes Werk über die Lymphgefäße gelehrt.

Beginnen wir zunächst mit den Chyluswegen, welche am Ende einer reichlichen Verdauung durch ihren fettreichen Inhalt als dunkle Gänge hervortreten.

In der Darmzotte (Fig. 95) liegt, die Axe einnehmend, ein blindsackiger Gang (*d*) umgeben vom Schlingennetz der Haar-gefäße (*bb*). Sein Quermesser beträgt 0,0487 — 0,0282^{mm}. Bei erster flüchtiger Betrachtung ist es eine Lakune; bei genauerem Zusehen erkennt man hier wie anderwärts die aus platten verkitteten Endothelzellen geformte dünne Wandung.

Das eben erwähnte Verhalten bezeichnet auch die übrige Lymphbahn. Die Gänge der letzteren sind unregelmässiger, zackiger und weiter, sowie mehr nach innen gelegen. Sie werden wiederum umgeben von den äusserlichen, viel feineren und regelmässigeren Kapillarnetzen des Blutstroms.

Gehen wir jetzt von den Darmzotten weiter nach abwärts, beobachten wir den unteren flächenhaften Theil der Dünndarmschleimhaut, in welchen jene blindsackigen Chyluskanäle der Darmzotten sich einsenken.

Sehen wir nach Fig. 99. Hier, in Lymphoidzellen führendem Bindegewebe (*a*), entdecken wir die Querschnitte von Blutgefäßen (*e f g*) und von Drüsen (*d* und *c*). Dann fesselt eine oblonge Spalte (*b*) unsere Aufmerksamkeit. Es ist ein lymphatischer, von Endothel hergestellter Gang.

Unsere drei Zeichnungen Fig. 100, 101 und 102 bringen weitere Darstellungen derartiger lymphatischer Bahnen.

Die blindsackigen Anfänge treten bei den zwei ersten Bildern abermals leicht hervor.

Soweit liegt Alles klar und verständlich. Allein jetzt kommen wir auf ein unsicheres und vielfach streitiges Gebiet.

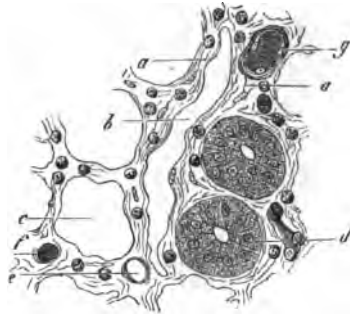


Fig. 99. Querschnitt durch die Dünndarmschleimhaut des Kaninchens (nahe der Oberfläche). *a* Die retikuläre, Lymphzellen beherbergende Binde substanz; *b* Lymphkanal; *c* Querschnitt einer *Lieberkühn'schen* Drüse; *d* solche mit den Zellen; *e f g* Blutgefäße.

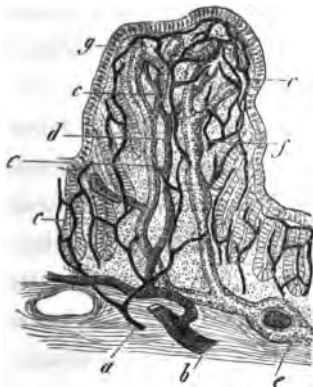


Fig. 100. Eine Kolonpapille des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt. *a* Arteriell, *b* venöses Stämmchen der Submukosa; *c* Kapillarnetz; *d* absteigender venöser Zweig; *e* horizontales Lymphgefäß (eine Arterie umscheidend); *f* Lymphkanäle des Axentheils; *g* ihre blindsackigen Anfänge.

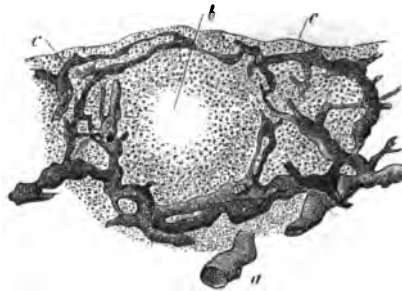


Fig. 101. Sogenannte Trachomdrüse aus der Augenbindehaut des Ochsen mit injizierter Lymphbahn im Vertikalschnitt. *a* Submuköses Lymphgefäß; *b* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

Das Bindegewebe, dieses durch den Körper so unendlich verbreitete Ding, ist mit Millionen von Spalten und Lücken durch-

setzt. Sie erhalten ernährende plasmatische oder lymphatische Flüssigkeit, und bieten wandernde Lymphoidzellen dar. In den

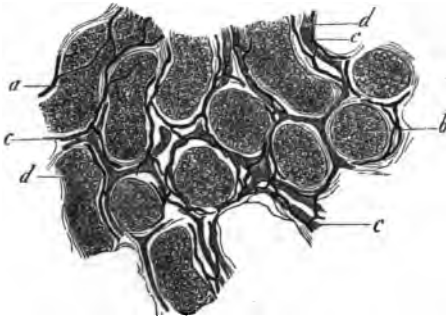


Fig. 102. Aus dem Hoden des Kalbes. Samenkanälchen in mehr seitlicher Ansicht bei *a* und querer bei *b*; *c* Blutgefäße; *d* Lymphwege.

serösen Räumen und Säcken tritt uns ein mächtiges lymphatisches Lakunensystem entgegen; doch ist die Menge der Flüssigkeit gering.

Gehen nun jene letzten lymphatischen, mit Endothel ausgekleideten Gänge in diese bindegewebigen Kanäle konti-

nuirlich über, und münden erstere in das System seröser Kavernen?

Das sind eben jene Fragen, welche wir nunmehr beantworten sollen. Bleiben wir zunächst einen Augenblick bei letzterem Verhältnisse stehen.

Man hat hier seit einigen Jahren eine Kommunikation der Lymphbahn mit dem Hohlraum des serösen Sackes in sicherer Weise erkannt. Die Namen von RECKLINGHAUSEN, LUDWIG, DYBKOWSKY, SCHWEIGGER-SEIDEL u. DOGIEL verdienen da genannt zu werden.

RECKLINGHAUSEN entdeckte an der Unterfläche des *Centrum tendineum* beim Kaninchen (Fig. 103, 1) zwischen dem Epithel nicht unansehnliche, den Durchmesser eines rothen Blutkörperchens wenigstens über-
treffende Oeffnungen (*a*). Er sah,

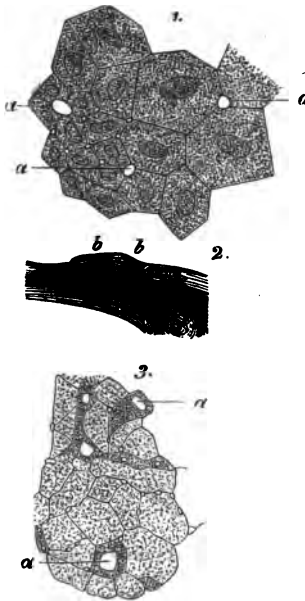


Fig. 103. 1 Epithel der Unterfläche des *Centrum tendineum* vom Kaninchen; *a* Oeffnungen oder Stomata. 2 Epithel des Mittelfelles vom Hunde; *a* Poren. 3 Durchschnitt durch die Pleura des letzteren Thieres; *b* frei mündende kurze seitliche Gänge des Lymphkanals.

wie Milch- und Farbekügelchen hier eintraten und in die Lymphbahnen des Zwerchfells gelangten. Man fand dann noch kurze seitliche Gänge der Lymphkanäle in jene Oeffnungen ausmündend (2 b). Also hier kann kein Zweifel mehr obwalten.

Anders aber gestaltet sich die Frage nach dem Verhältniss der oben erwähnten bindegewebigen Spalträume zum Gefässsystem.

Nach RECKLINGHAUSEN hängen jene Hohlgänge direkt mit den Lymphgefässen zusammen. Er hat ihnen den Namen der »Saftkanälchen« gegeben, eine Benennung, welche WALDEYER hinterher in »Saftspalten« verändert hat.

Ich bedauere, ersterem Forscher hier widersprechen zu müssen. Die schonende Injektion lehrt nichts der Art. Ich darf dieses nach zahlreichen eigenen Studien aussprechen — und ich berufe mich noch ausserdem auf die Zeugnisse ausgezeichneter Forscher in diesem Terrain der Injektionstechnik. Ich nenne die Namen von HYRTL, TEICHMANN, HIS und LANGER. Allerdings bei übermässigem Druck (im normalen Leben dürfte er niemals erreicht werden) füllen sich jene Spalträume oder Stomata mit der farbigen Masse. Zur Erklärung verweisen wir auf jene kleinen Lücken zwischen den Gefässzellen lymphatischer Bahnen (Fig. 98 b). Wir haben sie übermässig ausgedehnt, oder vielleicht auch eine weiche, den Lückenraum erfüllende Masse ausgetrieben.

Aehnlich verhalten sich die normalen Blutgefässe. Niemand erfüllt bei vorsichtiger Injektion hier die »Saftspalten« des Bindegewebes. Niemand konnte einen direkten Uebergang des Gefässes in jene Gänge zeigen.

Unter abnormen Verhältnissen des lebenden Körpers aber, bei einem blutüberfüllten Gefässrohr, werden auch hier die Stomata permeabel. Nimmt man jetzt die künstliche Injektion der Leiche vor, so dringt die farbige Substanz in jene Saftgänge ein (VON WINIWARTER, ARNOLD).

So sehen wir zur Zeit die Sache an.

Wichtige Bestandtheile des Lymphapparates der Säugethiere

stellen die Lymphknoten oder, wie man sie früher weniger gut genannt hat, die Lymphdrüsen dar. Sie unterbrechen den Verlauf der Gefässe ein- oder mehrfach. Man muss sie als eine Hauptbildungsstätte der Lymphoidzellen bezeichnen. In ihnen findet ferner eine rege Wechselwirkung zwischen Lymphe und Blut statt.

Ein Lymphknoten kann kugelig, ovoid oder bohnenförmig (Fig. 104) erscheinen. In letzterem Falle bietet er einen sogenannten Hilus am deutlichsten dar. Hat jener eine gewisse Grösse erreicht, so senken sich meistens mehrfach einführende Lymph-

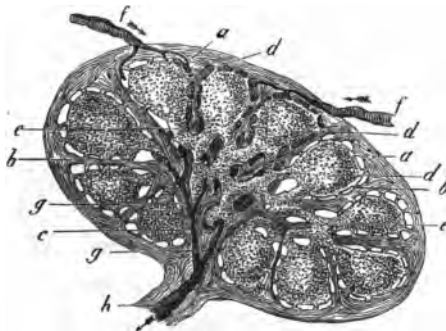


Fig. 104. Durchschnit einer kleineren Lymphdrüse in halb-schematischer Zeichnung mit dem Lymphstrom. *a* Die Hülle; *b* Scheidewände (Septen) zwischen den Follikeln der Binde (*d*); *c* Septensystem der Markmasse bis zum Hilus des Organs; *e* Lymphgefässe des Marks; *f* lymphatische Bahnen, welche die Follikel umziehen und durch das Lückennetz des Marks sich fortsetzen; *g* Zusammentritt des letzteren zum ausführenden Gefäss (*h*) am Hilus.

gefässe, *vasa afferentia*, in seine konvexe Oberfläche ein (*ff*). Das ausführende Gefäss am Hilus (*h*) bleibt dabei häufig einfach.

Umschlossen wird das Ding von einer bindegewebigen Hülle (Fig.

104 *a*. 105 *f*) mit muskulösen Zumischungen. Nach einwärts setzt sich diese Kapsel in ähnlich

beschaffene, aber

durchbrochene Scheidewände (Fig. 104 *b. c*. 105 *g. k*) fort, welche zuletzt gegen den Hilus hin zu einer stärkeren bindegewebigen Masse (»Hilusstroma« von His) sich vereinen. In Lymphknoten grosser Säugethiere ist jenes »Septensystem« mächtig entwickelt, bei kleinen Geschöpfen oft ungemein schwach.

Man unterscheidet am Lymphknoten Rinden- und Markschicht. Erstere besteht aus rundlichen oder unregelmässigen Körpern von 0,5—2^{mm} und mehr, den Follikeln (*d*), welche bei kleineren Organen in einfacher, bei grösseren Knoten in doppelter und mehrfacher Reihe gelegen sind.

Die Markmasse wird hergestellt von netzartig verbundenen Strängen, welche von der Innenseite der Follikel entspringen, die Septen durchsetzen, und somit einen Zusammenhang zwischen jenen Gebilden der Rindenschicht herstellen (Fig. 104 e. 105 d. e). Der Quermesser der Stränge schwankt ausserordentlich von 0,04 — 0,13^{mm} und mehr.

Follikel und Markstränge legen sich niemals an Hülle und Scheidewände dicht an (Fig. 104. 105); stets bleibt ein Spaltensystem übrig. Seine Bedeutung werden wir bald kennen lernen.

Der Follikel (Fig. 105) besteht aus retikulärem, Lymphoidzellen in Unmasse enthaltendem Bindegewebe (Fig. 105 b und a). An der Oberfläche wird das bindegewebige Netz viel engmaschiger (c).

Von ihr entspringen Fasern, welche, an die Innenseite der Kapsel und die Aus-

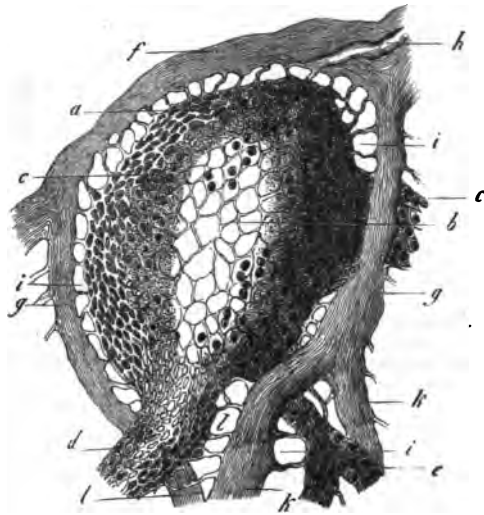


Fig. 105. Follikel aus einem Lymphknoten des Hundes im senkrechten Durchschnitt. a Retikuläre Gerüstmasse des mehr äusserlichen, b des inneren Theiles; c feinmaschige der Follikeloberfläche; d Ursprung einer stärkeren und e einer feineren Lymphröhre; f Kapsel; g Scheidewände; h Theilungen der einen; i Umhüllungsraum und dessen Spannfasern; k Vas afferens; l Befestigung der Lymphröhren an die Scheidewände.

senfläche der Septen sich ansetzend, den Follikel ausgespannt erhalten, wie der Rahmen die Stickerei. Ich nannte sie einstmals »Spannfasern« und die von ihnen durchsetzte schalenartige Lücke den »Umhüllungsraum« des Follikels (i). — Die Follikel selbst hängen querüber durch verbindende Brücken ihres eigenen Gewebes vielfach zusammen.

Dasselbe, Lymphoidzellen beherbergende Gewebe, entweder

mit einzigem Gefäß in der Axe (Fig. 105 d. e. 106 a) oder ein ganzes gestrecktes Kapillarnetz enthaltend (Fig. 107 a), bildet die Stränge und Strangnetze der Markmasse. Diese »Lymphröhren« nach meiner Bezeichnung sind durch ähnliche Spannfasern (b) an die Scheidewände (Fig. 105 l und 107 b) abermals befestigt, und auch durch ein bindegewebiges Zellennetz untereinander zusammenhängend.

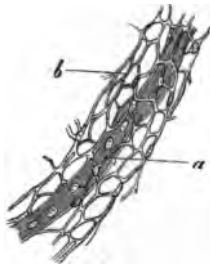


Fig. 106. Lymphröhre aus einer Mesenterialdrüse des Hundes. a Haargefäß; b retikuläre Binde-substanz, die Röhre bildend.

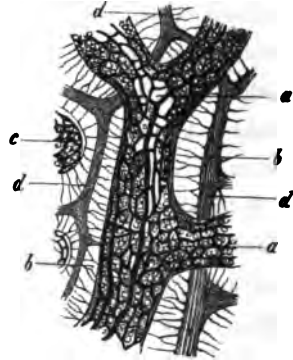


Fig. 107. Aus der Marksubstanz einer Inguinallymphdrüse vom Rind. a Lymphröhre mit dem komplizirteren Gefäßsystem; c Stück einer andern; d Scheidewände; b Verbindungsfasern zwischen Röhre und Septum.

Das Lakunensystem zwischen den Lymphröhren nennen wir die Lymphgänge der Markmasse. Dass jenes aus den Umhüllungsräumen der Follikel entspringt, lehren die Figuren 104 e und 105 i. l).

Die Blutgefäße gelangen grösstentheils vom Hilus aus in das Organ. Arterielle Zufluss- und venöse Abflussröhren sind in einzelnen stärkeren Lymphröhren enthalten. In den Follikeln bilden sie ein weitmaschiges rundliches Kapillarnetz.

Daneben können von der Kapsel aus, durch dickere Spannfasern umhüllt, noch andere kleinere Gefäßzweige in unsere Organe gelangen.

Wozu dient nun aber jenes Lücken- oder Gangwerk zwischen Kapsel und Septensystem einerseits, sowie Follikeln und Lymphröhren anderentheils?

Wir haben bereits darauf geantwortet. Es ist eben der Weg der Lymphe im Innern des Organes.

Mit Durchbohrung der Kapsel verlieren die *Vasa afferentia* ihre Wandung (Fig. 105 h); sie werden lakunäre Gänge, freilich in der Rinde noch mit dem uns bekannten Endothel ausgekleidet. In der Markmasse dürften letztere Zellen fehlen. Durch den Zusammentritt der medullären Gänge entsteht gegen den Hilus hin wiederum das mit selbständiger Wand versehene *Vas efferens*. Die Bildung des letzteren ist übrigens nicht leicht zu beobachten, wie ich, der Entdecker dieses Verhältnisses, von früheren Studien her weiss. Fig. 104 f. g. h versinnlicht jene Strömung.

Unter natürlichen Verhältnissen liegen in den kavernenösen Gängen unserer Organe ebenfalls zahlreiche Lymphoidzellen.

Wo kommen letztere aber her? Sie sind — bemerken wir — eben einfach aktiv und passiv ausgewandert durch die engmaschige netzförmige Oberfläche der Follikel und Lymphröhren. So begreifen wir, dass ein *Vas afferens* kaum ein paar Lymphoidzellen darbieten kann, während das *Vas efferens* hinterher relativ reich an jenen zelligen Elementen zu erscheinen vermag.

Ich habe nicht nöthig zu bemerken, dass der Flüssigkeitsstrom durch den Lymphknoten zuerst mit Hülfe mühsamer künstlicher Injektionen festgestellt wurde. His und ich wissen davon zu berichten. Meine Studie war damals die frühere.

Elfte Vorlesung.

Die übrigen lymphoiden Organe mit der Milz. Die sogenannten Blutgefäßdrüsen.

Gebilden, welche den Follikeln eines Lymphknotens identisch sind und theils vereinzelt, theils gruppiert erscheinen, immer aber der Markmasse des ersteren entbehren, begegnen wir mannichfach im menschlichen und Säugethierkörper. Man hatte ihnen in älterer Zeit irrthümlich den Namen der »Drüsen« gegeben.

Dahin rechnen als vereinzelte Vorkommnisse die sogenannten linsenförmigen Drüsen der Magenschleimhaut, ferner die mit der Benennung der Solitärdrüsen belegten Follikel in der Dünn- und Dickdarmschleimhaut. Gruppierungen lymphoider Follikel bilden die Mandeln oder Tonsillen, dann die sogenannten PEYER'schen Drüsen des Darmkanals, sowie die sogenannten Trachomdrüsen oder lymphoiden Follikel der Augenbindehaut. Ein mächtiges verwandtes Organ der früheren Lebenszeit liegt in der Brustdrüse oder Thymus vor. — Mit ähnlichem, freilich erheblicher modifizirtem Bau schliesst endlich die Milz diese Reihe.

Wir fassen das Alles, die Lymphknoten eingeschlossen, unter der Benennung der »lymphoiden« Organe zusammen.

Beginnen wir mit einer sogenannten solitären Drüse der Magen- oder Darmschleimhaut, so ist das Ding ein gewöhnlicher lymphoider Follikel, von schalenartigem Hohlraum umgeben. Letzterer wird wiederum durchsetzt von bindegewebigen Fasern, welche, zum benachbarten Schleimhautgewebe ziehend, die Ver-

bindung mit der Nachbarschaft vermitteln. Die sogenannten »Solitärdrüsen« des Dünndarms — ich habe es vor Jahren durch Injektion gefunden — werden abermals von Lymphe bespült. Für die »linsenförmigen Drüsen« des Magens hat man den Nachweis noch nicht geliefert; allein das gleiche Ergebniss ist nicht zweifelhaft.

Gehen wir jetzt vom Einfachen zum Verwickelten über.

Nehmen wir die Mandeln oder Tonsillen (Fig. 408). Dieselben, bei Säugern manchem Wechsel unterworfen, zeigen im menschlichen Körper ein komplizirtes Grubensystem der Schleimhautoberfläche. Die Hohlgänge jener Vertiefungen münden theils vereint (*a*), theils getrennt (*b*). An der Peripherie des Follikelhaufens stehen oftmals noch kleinere und weniger tiefe Gruben (*c*). Die Höhlen werden vom Plattenepithel der Mundhöhle überkleidet. Eine dicke lymphoide Wandungs-

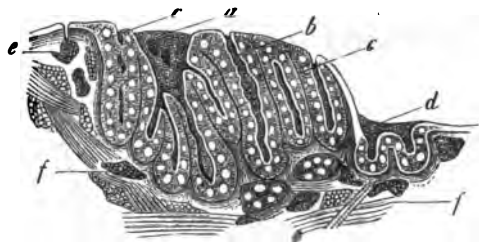


Fig. 108. Tonsille des Erwachsenen (nach SCHMIDT). *a* Größerer Ausführungsgang; *b* einfacherer; *c* lymphoide Wandschicht mit Follikeln; *d* Lappchen, an einen Zungenbalg erinnernd; *e* oberflächliches, *f* tieferes Schleimdrüsen.

schicht (*c*), nach aussen durch eine bindegewebige Kapsel umschlossen, umlagert das ganze Grubensystem. In jenem lymphoiden Gewebe kommen rundliche Körper von weitmaschigerer Struktur und hellerem Ansehen vor. Es sind die Follikel. In dem engmaschigeren Verbindungsgewebe erkennt man netzartige Hohlgänge, welche jene Körper umspinnen. Sie bilden die Wege der Lymphe, wie die Injektion lehrt.

Vereinfachte Bildungen stellen die Zungenbälge auf dem hinteren Theil des Zungenrückens dar. Ihre Struktur erinnert an die Stelle *d* unserer Fig. 408.

Die sogenannten Trachomdrüsen besitzen in flächenhafter grubenloser Ausbreitung einen ähnlichen Aufbau (Fig. 404). Sie zeigen ebenfalls hellere Follikel (*b*), sowie eine engmaschigere und

darum wieder undurchsichtigere Verbindungsschicht. In letzterer verläuft ein ausgebildetes lymphatisches Kanalwerk (c), welches den Follikel mit netzartiger Bahn umhüllt, und dicht unter dem Epithel blindsackig beginnt.

Erörtern wir noch die PEYER'schen Drüsenplatten. Sie kommen den unteren Theilen des menschlichen Dünndarms zu, und bestehen ihrer Ausdehnung nach aus einer sehr ungleichen Zahl gehäufter lymphoider Follikel. Bei Säugern, wo aber viel Wechsel herrscht, kann man ihnen auch im Dickdarm begegnen. Der *Processus vermiformis* des Menschen, und in noch höherer Entwicklung derjenige des Kaninchens, bildet eine enorm entwickelte zusammenhängende PEYER'sche Platte.

Die Gestalt unserer Follikel ändert sich nach den Thierarten. Rundlich sind sie beim Menschen (Fig. 109) und Meerschweinchen,

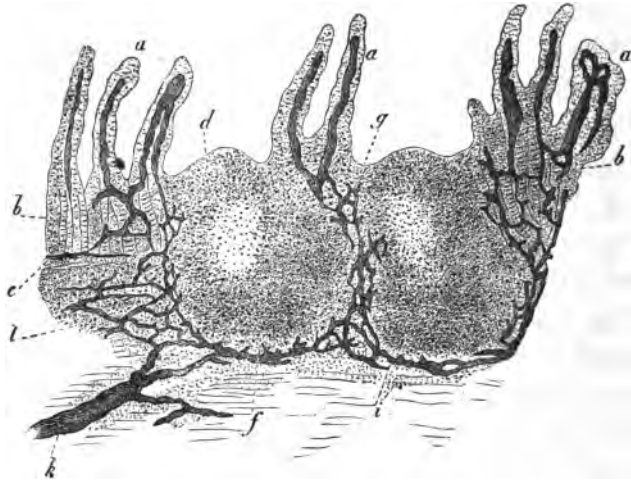


Fig. 109. PEYER'sche Plaque des Menschen vertikal. *a* Darmzotten; *b* LIEBERKUHNS'sche Drüsen; *c* Muscularis mucosae; *d* Follikelkuppe; *f* Grundtheil; *g* Lymphwege um den Follikel; *i* am Grunde desselben; *k* Lymphgefäß der Submukosa; *l* lymphoides Gewebe der letzteren.

erdbeerförmig im Dünndarm des Kaninchens, während im wurmförmigen Fortsatz des letzteren Thieres ein verlängertes Ding, an eine Schuhsohle erinnernd, uns entgegentritt. Aehnlich erscheinen die PEYER'schen Follikel im Ileum des Ochsen.

Gehen wir jetzt zu einer näheren Analyse unserer Gebilde.

Am Follikel (Fig. 409) unterscheiden wir drei Theile, die Kuppe (*d*), nur vom Epithel bedeckt und zwischen benachbarten Zotten (*a*) in das Lumen des Darms einspringend, dann eine Mittelzone (in der Höhe von *c*) und endlich einen Grundtheil (*f*). Mittelzone und Grundtheil liegen bereits im Unterhaut-Zellgewebe. Hier — und wir werden an Tonsillen und Trachomfollikel erinnert — sind das mittlere und untere Stück durch engmaschigeres lymphoides Gewebe verbunden. Die Oberflächen jener beiden Theile umzieht abermals ein lymphatisches Gangwerk in Netzgestalt. Nicht so an den Follikeln im Dünndarm des Ochsen und im *Processus vermiformis* des Kaninchens. Bei diesen wird der Grundtheil, dem Follikel eines Lymphknotens ähnlich, von einem zusammenhängenden schalenartigen lymphatischen Umhüllungsraume umgeben, während allerdings in der Mittelzone die netzförmigen Gänge sich noch erhalten.

Die lymphatische Injektion zeigt uns interessante, an Lymphknoten erinnernde Verhältnisse, und bestätigt den Befund bei Tonsillen und Trachomfollikeln des Weiteren.

Die Chylusgefäße der Darmzotten (*a*) sind die *Vasa afferentia* (S. 114). Sie bilden weiter absteigend das lymphatische Netzwerk (*g. i*), welches den Follikel umgibt, wie das Filet den Spielball des Kindes. Aus jenem am Grunde der Follikel entspringen die abführenden Lymphgefäße (*k*), dem *Vas efferens* des Lymphknotens vergleichbar.

Ausserordentlich entwickelt erscheint das Haargefäßnetz der PEYER'schen Platten. Feine Kapillaren durchziehen radienartig den Follikel (Fig. 410 *a*); weitere Röhren (*b*) bilden ein nicht minder elegantes interfollikuläres Maschenwerk.

Die Thymus besteht abermals aus Läppchengruppen eines retikulären, Lymphoidzellen beherbergenden Bindegewebes. Der Innenraum der Läppchen ist hohl, jederseits mit einem gewundenen Hauptkanale zusammenhängend. Ein elegantes Kapillarnetz, allerdings beim Menschen und Kalb in der Anordnung von Arterie und Vene verschieden, tritt uns hier ebenfalls entgegen. Die lymph-

tischen Bahnen bedürfen noch genauer Erforschung. Die Rückbildung des räthselhaften Organs beginnt vor und mit der Pu-

bertät. Es entwickeln sich auf Kosten des lymphoiden Gewebes Fettzellen in grosser Masse.

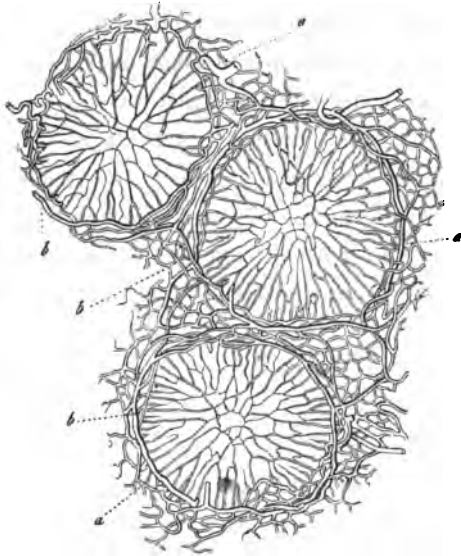


Fig. 110. Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier PEYER'scher Follikel des Kaninchens. *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

Das schwierigste Organ der lymphoiden Gruppe bildet aber die Milz. Vieles wurde über sie in alten und neuen Tagen gearbeitet. Wir sind allerdings weiter gekommen als die Vorgänger. Manches aber bleibt bis zur Stunde noch kontrovers. Ich gebe hier nur Dasjenige,

was ich nach zahlreichen eigenen Studien für richtig halte.

Einem Lymphknoten ähnlich, ist unser Organ von einer fibrösen, mit glatter Muskulatur bald mehr, bald weniger versehenen Hülle umschlossen. Diese sendet abermals nach einwärts ein durchbrochenes Septensystem ab. Letzteres (auch das Trabekelwerk der Milz genannt) erscheint bei grossen Säugethieren mächtig entwickelt, während es bei kleinen Geschöpfen (Murmeltier, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus) nur in dürftigen Rudimenten getroffen wird. Wir werden also wiederum an den Lymphknoten (S. 114) erinnert.

Man beginnt mit einem der letzteren Geschöpfe, z. B. einem Kaninchen (Fig. 111), am besten die Untersuchung. Bei unseren grösseren Säugethieren erschwert jenes Septensystem das ohnehin schon missliche Verständniss beträchtlich.

Das eigentliche weiche Milzgewebe besteht aus doppelter Masse. Einmal treffen wir durch die ganze Dicke des Organs zerstreut rundliche, oblonge oder auch unregelmässige Gebilde von weisslicher Farbe. Sie treten bald scharf hervor, bald sind sie nur mühsam zu erkennen. Bei manchen Thierarten gedrängt, werden sie bei andern spärlicher beobachtet. Ihre Grösse nimmt bei kleineren Säugethieren langsam ab. Das sind die **MALPIGHI'schen Körperchen** der Milz oder — sagen wir es sogleich — die lymphoiden Follikel unseres Organs (a).

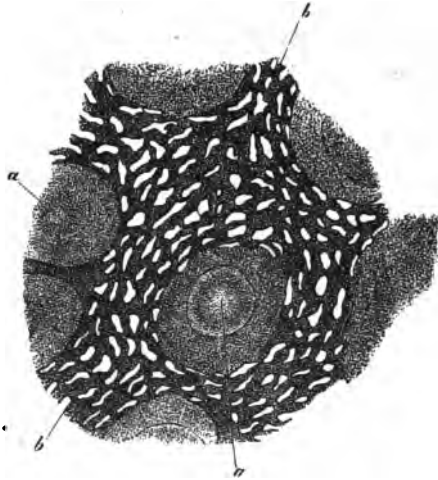


Fig. 111. Kaninchenmilz. a MALPIGHI'sche Körperchen; b Netzgerüst der Pulpa.

Zwischen ihnen erscheint eine sehr weiche und bei ihrem gewaltigen Blutreichthum dunkelrothe Masse, die sogenannte Milzpulpa. Die mikroskopische Analyse derselben ergibt ein System netzartig verbundener Gänge (b), welche benachbarte MALPIGHI'sche Körperchen mit einander verbinden, und ein ebenfalls netzförmiges Lücken- oder Kavernensystem zwischen sich lassen. Die Pulpa mahnt also an die Marksubstanz der Lymphknoten, wie das MALPIGHI'sche Körperchen an den Follikel letzterer.

Beide Theile des Milzgewebes sind aber durcheinander geschoben; von einer besonderen Rinden- und Marksicht ist hier also keine Rede mehr.

Untersuchen wir zunächst den lymphoiden Follikel, so tritt uns die alte bekannte retikuläre Binde substanz wiederum entgegen, erfüllt von Unmassen lymphoider Zellen, im Innern weit-

maschiger, an der Oberfläche ein engeres Netzwerk bildend. Kapillargefäße des Innern erkennt man ebenfalls auch hier leicht.

Das Gewebe der — wir wiederholen es — von der Oberfläche der MALPIGHI'schen Körperchen entspringenden Pulpastränge (Fig. 112 a) stellt dagegen eine erheblichere Modifikation

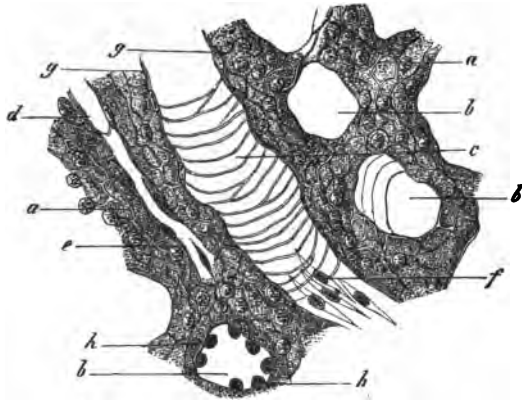


Fig. 112. Aus der Pulpa der menschlichen Milz, Pinselpräparat (Kombination). a Pulpastränge mit dem zarten Netzgerüste; b Querschnitte der Kavernen; c Längsschnitt einer solchen; d Haargefäß in einer Pulparöhre, bei e sich auffasernd; f Epithel der Venenkanäle; g Seitenansicht des letzteren; h sein Querschnitt.

der retikulären Binde substanz dar, von äusserst feiner zarter Textur und mit sehr kleinen Maschen, so dass nur eine oder ein paar lymphoide Zellen in letzteren Platz finden. Die Oberfläche jener Pulparöhre bewahrt den gleichen netzartigen Charakter. Stellen wir auf die Tiefe der von ihnen eingegrenzten Kavernen ein, so finden wir hier vielfach querlaufende Fasern (c). Ausgekleidet sind jene Hohlgänge von platten, spindelförmigen Zellen (f), welche allerdings, wie der Querschnitt (b) lehrt, kuglige Kerne führen. Wir haben hier abermals ein Gefässendothel vor uns; allein seine Zellenränder sind ausnahmsweise nicht miteinander verkittet. Fügen wir noch hinzu, dass in der Axe der Pulpastränge Haargefäße verlaufen, und dass in dem engen Maschenwerk ihres Gewebes regelmässig rothe Blutkörperchen, bald frisch und unverändert, bald geschrumpft und auf verschiedenen Stufen

Die übrigen lymphoiden Organe mit der Milz. Die sog. Blutgefässdrüsen. 125

des Zerfalls getroffen werden, so hätten wir damit das Wesentlichste der Struktur des Milzgewebes geschildert.

Um aber ein weiteres Verständniss zu gewinnen, müssen wir uns jetzt zu der Gefässanordnung des sonderbaren Organes wenden.

Diese, sehr komplizirt, ist eine ganz eigenthümliche, und gerade hier gehen die Ansichten der Forscher diametral auseinander.

Die *Arteria lienalis* senkt sich bei Wiederkäuern unverzweigt, in der Regel sonst mit mehreren Aesten in den sogenannten Hilus ein. Letztere theilen im Innern sich weiter, und zerfallen schliesslich spitzwinklig in eine Anzahl feiner Endzweige. Diese, Penicilli genannt und eigenthümlich gestaltet, gleichen den Aesten einer entlaubten Weide. Jenen Zweigen (nicht mehr aber dem Penicillus) sitzen dann die uns bekannten MALPIGHI'schen Körperchen an, wie die Beeren dem Stiel einer Traube.

Arterien wie Venen werden noch immer von bindegewebigen mit dem Septenwerk des Organs zusammenhängenden Scheiden umhüllt. Letztere, gleich der ganzen Gefässausbreitung, fallen bei den einzelnen Thierformen recht different aus, schwach und rudimentär bei kleinen, komplizirt und mächtig bei grossen Säugethieren.

Halten wir uns jetzt aber an den Menschen, so treten Arterie und Vene schon zu 4—6 Aesten zerlegt an und aus dem Organ. Bis zu Stämmen von 0,2 mm werden sie von gemeinsamer bindegewebiger Scheide umhüllt. Letztere besitzt anfänglich eine Wandungsdicke von etwa 0,25 mm, um sich auf 0,1 zu verschmälern, wobei Arterien von 0,2 und Venen von 0,4 mm noch gemeinsam umschlossen werden. Allmählich kommt es nun zu einer Trennung der venösen von den arteriellen Zweigen. Ueber die Arterie erstreckt sich die Scheide in ursprünglicher Beschaffenheit weniger lang; sie wandelt sich allmählich in retikuläre, Lymphoidzellen beherbergende Bidesubstanz um, eine Metamorphose, an welcher auch die Adventitia des Gefässes baldigen Antheil nimmt.

Ueber den Venenzweig dehnt die Scheidenbildung sich noch etwas weiter aus; zuletzt unter Auffaserung verliert sie sich ebenfalls in das Septen- oder Trabekelsystem unseres Organes.

Aus jener lymphoiden Umwandlung der Arterie gehen die uns bereits bekannten MALPIGHI'schen Körperchen der Milz hervor. Sie liegen zum Theil an der Aststelle arterieller Zweige, zum Theil seitlich am unverzweigten Gefäßrohr. Endlich — und es ist ein häufiges Vorkommniß — durchsetzt der Schlagaderzweig das Centrum des Follikels. Prüft man genauer, so ist zwischen getrennten Follikeln und jener verlängerten lymphoiden Bekleidung des Arterienzweiges keine Grenzlinie zu ziehen. Jede Meer-schweinchenmilz lehrt uns dieses.

In dem Follikel treffen wir niemals einen venösen Zweig, wohl aber ein Haargefäßnetz mit rundlichen Maschen, bald dürftig und armselig entwickelt, bald in reichlicher Entfaltung. Die Zuflussquellen wechseln; bald sind es Aeste der Follikelarterie, bald werden sie durch benachbarte Pulparöhren erst hinzugeführt.

Wir haben nun den weiteren Verlauf der arteriellen Ausläufer, der sogenannten Penicilli der Milz, zu verfolgen. Sie treten in die Pulparöhren unseres Organes ein, um jene in der Axe zu durchsetzen und zu Kapillaren zu werden. Auch das Haargefäßnetz des MALPIGHI'schen Körperchens sendet zuletzt seine Ausläufer in die benachbarten Pulparöhren ab (Fig. 443 e).

Mit diesen Haargefäßen der Pulparöhren ist es nun aber ein ganz eigenthümliches Ding.

Wir verfolgen sie mit aller Aufmerksamkeit eine Strecke weit (an einer nicht injizirten Milz oder an einem guten Injektionspräparat), dann fängt die Kapillare (Fig. 442 d) an, unsicher und undeutlich zu werden (e). Man erkennt noch getrennte Zellenbegrenzungen; aber bald sind auch sie verschwunden. Wir stehen vor einer Lakune; einem wandungslosen feinsten Blutstrom (Fig. 443 e).

Rufen wir uns aber in das Gedächtniss zurück, dass das Gewebe der Pulparöhre ein Netzwerk mit sehr engen Maschen dar-

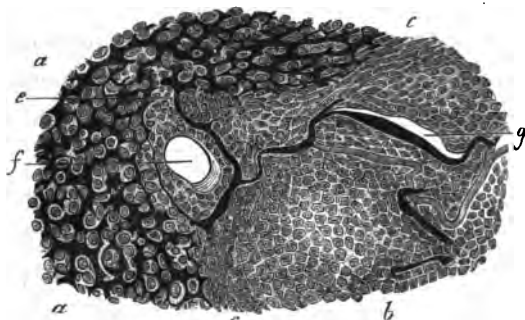


Fig. 113. Aus der Milz des Igels. *a* Pulpa mit den intermediären Strömen; *b* Follikel; *c* Grenzschiebt desselben; *g* seine Haargefässe; *e* Uebergang desselben in den intermediären Pulpastrom; *f* Querschnitt eines Arterienzweiges am Rande des MALPIGHI'schen Körperchens.

stellt, in deren Zwischenräumen eine oder ein paar Lymphoidzellen höchstens Platz finden, und vergessen wir nicht, dass die Pulparöhre oberflächlich denselben retikulären Charakter besitzt, überzogen von einem aus getrennten, nicht verkitteten Zellen bestehenden Endothel.

Halten wir diese früher geschilderten Texturverhältnisse fest, so bietet der nach Verlust der Haargefässwandung entstehende lakunäre kapillare Blutstrom keine erheblichen Schwierigkeiten mehr dar. Wie der versiegende Wasserarm eines austrocknenden Baches zwischen den Kieselsteinen des Bettes zuletzt dünn und dürftig sich hindurchwindet, so ist es mit jenen feinsten Blutströmchen der Fall. Die Lymphoidzellen gleichen den Kieseln.

Doch das Blutströmchen enthält zellige Elemente und im Ueberschusse die rothen Blutkörperchen. Ein Theil der letzteren schlüpft mit ihrer geschmeidigen glatten Oberfläche hindurch; andere aber bleiben stecken.

Für unsere farbigen Elemente aber, wie wir schon früher erfuhr, ist die Bewegung das Leben, die Ruhe der Tod. So erklären sich jene zahlreichen Leichen und Trümmer der farbigen Blutzelle im Milzgewebe, deren wir oben gedachten (S. 124).

Noch etwas anderes erklärt sich hieraus jetzt befriedigend. Die dicht gedrängten amöboiden Lymphzellen vermögen das eingefangene Blutkörperchen oder die Fragmente der Leiche in sich aufzunehmen (S. 10). Das sind die blutkörperchenhaltenden Zellen der Milz, Vorkommnisse, welche vor längeren Jahren so viel Kopfzerbrechen verursachten, und zur Stunde so leicht zu deuten sind. Denken wir an die Amöba unserer Fig. 3!

Der Todten haben wir gedacht. Wenden wir uns zu den Lebendigen zurück! Wohin gerathen jene feinsten Blutströme, nachdem sie das enge Maschenwerk der Pulparöhren glücklich durchlaufen haben?

Ist unsere bisherige Schilderung überhaupt eine verständliche gewesen, dann erfolgt die Antwort von selbst. Jene Ströme gelangen in das Kavernensystem, welches Fig. 112 zwischen den Pulparöhren *b* und *c* zeigt.

Machen wir eine momentane Pause. Injizieren wir eine Kaninchen- und Meerschweinchenmilz oder das Organ des neuge-

bornen Kindes von der *Vena lienalis* aus, so ist es ein Kinderspiel, dieses retikuläre Lückenwerk zwischen den Pulparöhren augenblicklich zu erfüllen (Fig. 114 *c*).

Also — wenden wir uns zum umgekehrten Verlaufe wieder zurück — die lakunären Pulpaströme gehen über in jene Lücken der Pulpa, in die »kavernösen Venen« BILLROTH'S. Aus letzteren, allerdings nach den Säugethier-

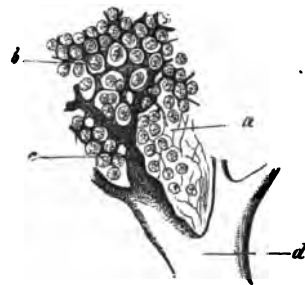


Fig. 114. Aus der Schafsmilz (doppelte Injektion). *a* Netzgerüste der Pulpa; *b* intermediäre Pulpaströme; *c* ihr Uebergang in die Venenanfänge mit unvollkommener Wandbegrenzung; *d* Venenäste.

arten manche Verschiedenheiten darbietend, entstehen ehrliche, von zusammenhängender, wenn auch dünnster Wand eingefriedigte Venen (*d*).

Wir sagten früher (S. 127), die Milz sei eine Grabstätte der rothen Blutkörperchen. Das bedarf jetzt keiner Erörterung mehr.

Aber andernteils bildet die Milz einen Erzeugungsheerd jener Elemente, indem sie Lymphoidzellen, die Ersatzmannschaft jener farbigen Elemente, dem Blutstrom beifügt. Auch dieses, wenn wir die netzförmige Oberfläche der MALPIGHI'schen Körperchen und der Pulparöhren uns in's Gedächtniss zurückrufen, wenn wir daran denken, dass Milliarden lymphoider Zellen von durchlöcherter Oberfläche hier umschlossen werden, auch das bedarf gewiss keiner fernerer Erörterung mehr.

Vergrössert sich unter krankhaften Verhältnissen unser Organ in seiner Pulpa, so nimmt die Kontaktfläche zwischen Blutstrom und lymphoidem Gewebe erheblich zu. Letzteres entsendet jetzt beträchtlichere Mengen seiner Zellen in ersteren. So steigert sich mit Nothwendigkeit die Menge der farblosen Blutkörperchen. Das ist die lienale Leukämie, wie sie die Aerzte nennen, eine Gleichgewichtsstörung zwischen Blut- und Milzgewebe von den traurigsten Folgen.

Lymphatische Bahnen kommen im Kapsel- und Trabekelsysteme der Milz mit Sicherheit vor. Was man im Innern, im eigentlichen lymphoiden Gewebe, getroffen haben will, steht auf schwachen Füßen.

Wir reihen in der Verlegenheit unseres Wissens hier noch einige Körpertheile an, die eine frühere Epoche gleich den geschilderten lymphoiden Organen ebenfalls »Drüsen« genannt hatte, und für welche die Nachfolger den ebenfalls sehr unbefriedigenden Namen der »Blutgefässdrüsen« erfanden.

Wir sprechen von Schilddrüse, von Nebennieren und Hirnanhang, Gebilden, welche bis zur Stunde jeder physiologischen Erklärung spotten, und den alten Spruch, dass eben die Bäume nicht bis in den Himmel wachsen, abermals bestätigen.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea* der Anatomen, liegt, wie bekannt, an der Vorderseite des zur Lunge führenden respiratorischen Gangwerkes. Jedermann im Kanton Zürich weiss, dass sie den Kropf, diese nationale Zierde, bildet. Wir Physiologen vermögen leider darüber auch kaum mehr als das Volk zu sagen.

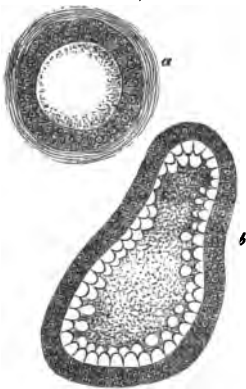
Betrachten wir also das sonderbare Organ etwas näher!

In bindegewebiger Gerüstmasse treffen wir nahe an einander gertückt rundliche, oblonge oder selbst unregelmässige Hohlräume von $0,05-0,1\text{ mm}$. Der Innenwand sitzen niedrige Zylinderzellen ($0,02\text{ mm}$ hoch und $0,04$ breit) in einfacher Lage auf. Der Hohlraum ist frühzeitig von einer homogenen, festeren Masse, einem dunklen Abkömmling der Eiweisskörper, dem sogenannten Kolloid erfüllt. Im interstitiellen Bindegewebe treffen wir ein entwickeltes, rundliches Maschennetz $0,02-0,023\text{ mm}$ breiter Blutkapillaren; daneben kommt in mächtiger Entfaltung ein lymphatisches Gangwerk vor. Wie weit es sich erstreckt, ob es einen jeden Hohlraum schliesslich noch schalenartig umspinnt

(wie BOECHAT neuerdings behauptete), bedarf genauerer Prüfung. Frühere Injektionsstudien von mir und PEREMESCHKO hatten davon nichts gezeigt.

In späterer Lebenszeit — und die Schilddrüse scheint früh zu altern — nimmt jene Kolloidmasse mehr und mehr überhand. Die Hohlräume dehnen sich aus, die kleinen Wandungszellen werden mehr und mehr komprimiert und mit ihnen das interstitielle Bindegewebe. Im weiteren Fortgang fliessen jene Hohlräume zu grösseren Kavitäten zusammen.

Fig. 115. Kolloidumwandlung der Schilddrüse. a Drüsenblase des Kaninchens; b beginnende Kolloidmetamorphose des Kalbs.



Man nimmt für die Schilddrüse (gleich Hirnanhang und Nebennieren völlig hypothetisch) an, dass sie Stoffe dem Blute entziehe, um dieselben weiter umgeändert, sei es indirekt, sei es mittelbar, jener Zentralflüssigkeit des Organismus später wieder anheim zu geben. Daher die Bezeichnung der »Blutgefässdrüsen«, ein Zeugnis unserer dermaligen Unwissenheit.

Ebenso dunkel verhalten sich die Nebennieren, *Glandulae succenturiales*, Gebilde, welche einmal in früher Fötalzeit ein ge-

waltiges Ausmaass besessen, um hinterher mehr und mehr zurück zu bleiben.

Auch hier begegnen wir einer doppelten Masse, einer Rinde und einer Marklage. Erstere erscheint von strahliger Beschaffenheit, bräunlich, röthlich oder gelblich. Letztere, viel weicher, pflegt heller, grauröthlich oder gelblich auszufallen. Die geringste Konsistenz besitzt eine beim Menschen verdunkelte schmale Grenzzone. Sie zerfliesst sehr leicht nach dem Tode.

Eine bindegewebige, mit elastischen Elementen durchsetzte Hülle umgibt das Organ. Nach einwärts formt sie ein Fachwerk (Fig. 116 b). In den Lücken des letzteren liegen weiche Zellen. Die oberflächlichen Hohlräume sind in der Regel kurz; weiter nach einwärts gewinnen sie eine radiale Verlängerung (a). Querschnitte dieser spitzwinklig verbundenen Hohlräume ergeben oftmals oblonge und bohnenförmige Gestaltung. Nach einwärts gegen die Markgrenze hin werden die Lücken wieder kleiner, rundlicher und die Gerüstmasse zart und netzförmig, eine Art retikulären Bindegewebes (Joesten) formend.

Der Inhalt besteht aus dicht aneinander gedrängten grobkörnigen (Eiweiss- und Fettmoleküle führenden) hüllenlosen Zellen ($0,0435—0,0474\text{ mm}$ messend mit Kernen von $0,0056—0,0090$). In der Grenzzone, gegen die Markmasse hin, beherbergen unsere Zellen reichliche bräunliche Pigmentmoleküle. Ein zartes bindegewebiges Fasernetz durchsetzt im Uebrigen jene Hohlräume, an welchen eine *Membrana propria* fehlt.

Nicht leicht ist es ebenfalls, die weiche Markmasse zu erforschen.

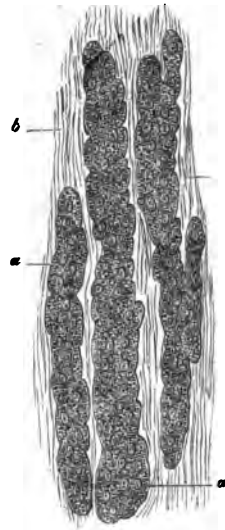


Fig. 116. Rinde der menschlichen Nebenniere. a Drüsenzylinder; b interstitielles Bindegewebe.

Die bindegewebige Gerüstmasse bildet wiederum etwas resistenter gewordene und, zuletzt mit dem die Vene umhüllenden Bindegewebe verschmolzen, grosse ovale Hohlräume. Sie sind grösser als die peripherischen der Rindenschicht, ohne die radiale Stellung letzterer. Sie kehren im Gegentheil ihre breite Seite der Organoberfläche zu. Rundlicher und kleiner sind jedoch die Markräume beim Menschen.

In ihnen kommen dicht gedrängt $0,018-0,035\text{ mm}$ messende, zart granulierte Zellen mit schönem bläschenförmigem Kern vor. Die Zellen erscheinen im Gegensatz zu den kortikalen Elementen sehr arm an Fettmolekülen. Ganz auffallend ist, wie HENLE entdeckt hat, das Verhalten jener Markzellen gegen chromsaures Kali. Sie werden nämlich tief gebräunt, während die Rindenzellen hierbei sich nur wenig ändern.

Gross ist der Blutreichtum und eigenthümlich die Anordnung der Gefässe in den Nebennieren. Zahlreiche kleine, aus verschiedenen Quellen stammende arterielle Aestchen bilden in der Rinde ein radiales längsmaschiges Kapillarnetz. Erst im Mark treten diese Haargefässe zusammen zu ansehnlichen, aber sehr dünnwandigen venösen Kanälen. Letztere, gleichfalls radiär gerichtet, verbinden sich unter spitzen Winkeln, und nehmen so (mächtig entwickelt) einen beträchtlichen Theil des Markes ein. Die letzten starken Stämme münden schliesslich in die sehr weite, im Zentrum des Organs befindliche Vene ein.

Die Lymphbahn ist noch wenig erkannt.

Bei manchen Säugern erscheint die Markmasse sehr reich an Nerven, welche förmliche mikroskopische Geflechte bilden können. Man hat deshalb an eine Beziehung zum Sympathikus denken wollen.

Der Hirnanhang, die *Hypophysis cerebri*, bei den höheren Wirbelthieren kleiner als bei den niedrigeren, besteht aus zwei Lappen, einem kleinen hinteren von nervöser Textur und einem vorderen grösseren mit dem Bau einer Blutgefässdrüse. Letzterer ist von einem bald mit Plattenepithel (Säuger), bald mit Wimper-

Die übrigen lymphoiden Organe mit der Milz. Die sog. Blutgefässdrüsen. 133

zellen ausgekleideten Kanal durchzogen, welcher in das Infundibulum sich einsenkt (PEREMESCHKO). Rundliche und ovale, 0,0496—0,0699 mm grosse Drüsenräume werden durch ein an Kapillaren reiches Bindegewebe eingegrenzt. In seinen Lücken liegen 0,044 mm messende Zellen mit ansehnlichem feinkörnigem Körper. Kolloidumwandlung kann beobachtet werden.

Mit dem Namen der Steissdrüse, *Glandula coccygea*, hat man ein an der Spitze des Steissbeines gelegenes kleines Ding versehen. Es besteht aus einem System ausgesackter arterieller Aeste, aus Kapillaren und Venen, äusserlich von körnigen Zellen umhüllt.

Auch das sogenannte *Ganglion intercaroticum* hat nahe verwandten Bau.

Die granulirten Zellen, wie wir sie von Nebennieren, Hirnanhang und den beiden letztgenannten Organen kennen, gehören jener Form grobkörniger Bindegewebszellen an, welche so oft in der Nachbarschaft der Gefässe getroffen werden (Fig. 55 b).

Zwölfte Vorlesung.

Das Drüsengewebe.

Man war in alter Zeit mit dem Begriff der Drüse sehr freigebig. Haben wir doch schon in den lymphoiden Organen, sowie in Schilddrüse, Nebennieren und Hirnanhang Organe kennen gelernt, welche vorhergegangenen Generationen der Anatomen irrtümlich als Drüsen galten. Damals genügte eine rundliche abgegrenzte Form und ein ansehnlicherer Blutreichthum, um ein Ding zur Drüse zu stempeln. So erhielten wir Lymph-, Peyer'sche und Schild-Drüsen etc. Später trat das physiologische Moment mehr in den Vordergrund. Die ächte Drüse entnimmt dem Blute Stoffe, nicht allein oder nur vorwiegend im Interesse der egoistischen Ernährung, sondern im Dienste des Ganzen, sei es um das Blut von zersetzten Massen einfach zu befreien, sei es um letztere mehr weniger umgeändert und für andere Lebenszwecke ferner dienend abzugeben. Der alte Unterschied der Exkrete und Sekrete beruht darauf.

Die Drüse bedarf eines ausführenden Gangsystemes, um ihren Inhalt wegzuschaffen. Auf diesen mit der Drüse zusammenhängenden Kanal müssen wir grosses Gewicht legen; doch letzterer kann unter Umständen fehlen, oder er bleibt vom Organ getrennt. Das zeigt uns der menschliche Eierstock. Hier zerplatzt die Wand des drüsigen Hohlraums. Der Inhalt des letzteren tritt nun durch einen Riss hervor. Das Ding hört damit nicht auf, eine Drüse zu

sein, denn wir kennen bei niederen Thieren der Ovarien genug, welche ganz gewöhnliche, mit zusammenhängendem Gange versehene Drüsengestaltungen einhalten.

Hier kann also kein Zweifel herrschen.

Wie schwach es aber mit den sogenannten Blutgefäßdrüsen steht, hat bereits die vorhergehende Vorlesung gelehrt.

In der Neuzeit hat jedoch die so vorgeschrittene mikroskopische Analyse Merkmale geliefert, welche unserer Meinung nach eine Drüse sicher erkennen lassen.

Jedes unserer Organe (Fig. 117) besteht aus zweierlei Formelementen: 1) einer in der Regel wasserhellen und dünnen Haut, der sogenannten Drüsenmembran, *M. propria* (a), und 2) einem von dieser umschlossenen zelligen Inhalte (b).

Ohne Blutzufuhr gibt es aber keine Absonderung. Eine gefäßlose Drüse wäre ein Unding. Somit treffen wir als dritten integrierenden Bestandtheil ein die *Membrana propria* umspinnendes Gefäßnetz (c).

Als weiteren Bestandtheilen begegnen wir Lymphgefäßen, muskulösen Elementen und Nerven.

Gehen wir jetzt zur Einzel-Analyse über!

Die Drüsenhaut erscheint bei erster Betrachtung homogen und in der Regel sehr fein. Doch vermag sie ausnahmsweise 0,004—0,002^{mm} Mächtigkeit zu gewinnen. Sie kann auch durch unentwickeltes Bindegewebe ersetzt werden (Talgdrüsen der Haut). Endlich vermögen gewöhnliches Bindegewebe oder eine Muskellage eine verstärkende Schicht um jene Begrenzungshaut zu bilden.

Man hat in neuerer Zeit mannichfach ein System ganz platter Sternzellen (Fig. 118) getroffen, welches, der homogenen *Membrana propria* eingebettet oder aufgelagert, rippenartige Ver-

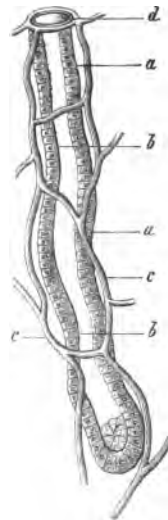


Fig. 117. Eine Lieberkühn'sche Drüse des Säugethiers: a *Membrana propria*; b Zellen; c Haargefäße; d Drüsenmündung.

dickungen letzterer bildet, so etwa z. B. in der Unterkiefer- und Thränendrüse.



Fig. 118. Geflecht sternförmiger platter Bindegewebszellen aus der *Membrana propria* durch Mazeration isolirt. Aus der Submaxillaris des Hundes.

Fest, dehnbar und aus einer sehr unveränderlichen, wohl der elastischen Substanz verwandten Materie hergestellt, dient die *Membrana propria* zur Filtration und Transsudation des Blutplasma.

Ihre Entstehung geschieht in der Natur einer vom benachbarten Bindegewebe aufgebauten Grenzschicht.

Von der *Membrana propria* (oder dem sie manchmal ersetzenden Bindegewebe) wird die Gestalt der Drüse oder ihrer Bestandtheile bestimmt. Denn das Organ kann bei mikroskopischer Dimension sehr einfach bleiben, um andern Theils, denke man nur an Leber und Niere, bei mächtiger Grösse die höchste Komplikation des Baues zu gewinnen.

Wir unterscheiden :

1) die schlauchförmigen Drüsen (Fig. 117). Hier bildet die *Membrana propria* einen Blindschlauch, gewöhnlich von beträchtlicher Länge und relativ geringem Quermesser. Solcher, dem unbewaffneten Auge unsichtbarer Blindschläuche können mehrere in gemeinsamem Endstück zusammen treffen, so dass ein immer deutlicherer Ausführungsgang vorliegt.

Ausserordentlich lange netz- und blindsackige Elemente mit manchen Eigenthümlichkeiten in Unzahl vereinigt stellen Hoden und Nieren her. Man spricht jetzt von röhrenförmigen Drüsen.

Eine Modifikation bilden noch die sogenannten Knauel-Drüsen (Fig. 119). Das Endstück dieser kleinen Organe stellt eine eigenthümliche Zusammenwicklung dar, wie der Knauel des Bindfadens.



Fig. 119. Eine Knaueldrüse aus der Konjunktiva des Kalbes.

2) Eine andere ungemein verbreitete Form ist die traubige Drüse (Fig. 120). Die *Membrana propria* erscheint hier als mikroskopisch kleines rundliches, längliches oder auch unregelmässig geformtes Säckchen. *) Mit ihren Oeffnungen treffen jene »Drüsenbläschen« gruppenweise zusammen. Es entsteht so ein Läppchen oder *Acinus*. Derselbe kann schon einen Ausführungsgang gewinnen, und die traubige Drüse in kleinster einfachster Form ist somit fertig. Doch so elementarste Gebilde sind selten. In der Regel (Fig. 120) stellen erst mehrere *Acini* den noch kleinen Drüsenkörper her. Bei grösseren und grossen Organen wird die Zahl der Drüsenläppchen eine ganz gewaltige.



Fig. 120. Traubige Gaumendrüsen des Menschen.

Dass Uebergänge zwischen schlauch- und traubenförmigen Drüsen vorkommen, bedarf wohl kaum einer Bemerkung.

Wir haben endlich 3) noch eine Drüse mit geschlossenen rundlichen Drüsenkapseln, welche letztern in reichlichem Bindegewebe enthalten sind. Das ist der Eierstock. Man nennt jene rundlichen Gebilde, welche von bindegewebiger Wand hergestellt werden, die *GRAAF'schen Follikel*. Unter den Inhaltszellen fällt eine durch ihre Grösse auf. Das ist das Ei (Fig. 5).

Dass letzteres durch Zerreissung der Follikelwand frei wird, haben wir schon oben erwähnt. Fügen wir hier noch bei, dass der geplatze Follikel sich nicht mehr herzustellen vermag, dass er vielmehr unter einem Vernarbungsprozess zu Grunde geht. Die Verhältnisse liegen also demjenigen gegenüber, was andere Drüsen darbieten, eigenthümlich und abweichend genug.

Den zweiten und viel wichtigeren Bestandtheil unsrer Organe stellen die Drüsenzellen dar. Wir werden später sehen, dass

*) Man hat auf die verlängerten Säckchen hin die kleinen traubigen Gebilde der Mukosen den »tubulösen« Drüsen zurechnen wollen.

sie fast alle Abkömmlinge des REMAK'schen Horn- und Darm-Drüsenblattes sind. Dieser epitheliale Charakter verläugnet sich denn auch im ferneren Leben nicht.

So überziehen sie die Innenflächen der *Membrana propria*, bald einfach, bald geschichtet. Im ausführenden Theile der Drüse tritt später ein gewöhnliches Epithel auf.

Die Drüsenzelle können wir ein mikroskopisch kleines chemisches Laboratorium nennen. Sie mit ihrem Körper bildet die Sekretstoffe, oder ändert das aus dem Blutplasma überkommene Bildungsmaterial in letztere um.

Dazu bedarf unsere Zelle einer gewissen Massenhaftigkeit. Wir werden also begreifen, dass jene zu dünnsten Plättchen abgeflachten Zellen, wie wir sie früher beim Pflasterepithel antrafen, fehlen.

Die Drüsenzelle ist ein hüllenloses kubisches Ding, zuweilen von oben nach unten etwas abgeflacht, in anderen Fällen durch seitliche Kompression zum Zylinder geworden. Die erstere Gestalt versinnlichen uns die Zellen der Leber mit einem Ausmaasse von $0,048—0,0226\text{ mm}$ (Fig. 124). Schon höher und schmaler erscheinen (Fig. 122 b) die Zellen der »Magenschleimdrüsen« des Hundes.

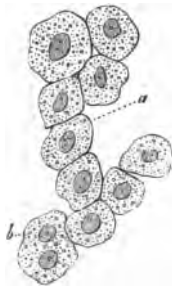


Fig. 121. Leberzellen des Menschen.

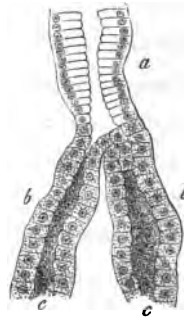


Fig. 122. Aus einer Magenschleimdrüse des Hundes. a. Unteres Stück des Ausführungsganges; b. der Anfang der Drüsenkanäle.

Zu Zylindern sind ebenfalls die Elemente der LIEBERKÜHN'schen Drüsen-schläuche des Dünndarms geworden, wie unsere Fig. 117 b (einen Längsschnitt jener Schläuche bringend) lehrt.

Mit Wimperhaaren bekleideten Drüsenzellen begegnen wir beim Menschen äusserst selten. Man kennt sie nur aus den Uterinschläuchen.

Manche Drüsenzellen — wir heben hier diejenigen der Leber und Niere hervor — scheinen ziemlich bleibende Gebilde darzustellen. Bei andern dürfte das zellige Element die grosse Vergänglichkeit des Epithels bewahren, und in der Bildung des Sekretes zu Grunde gehen.

Nehmen wir z. B. eine Talgdrüse der äusseren Haut, ein kleines traubiges Ding. Einen Acinus bringt Fig. 123 A.

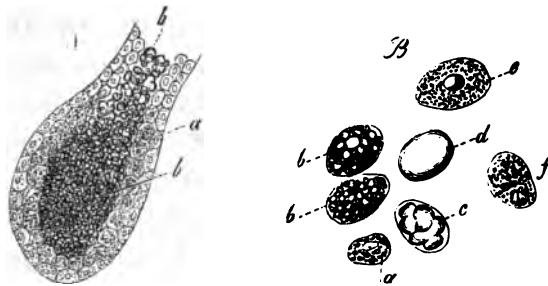


Fig. 123. A Das Bläschen einer Talgdrüse; *a* die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b* die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. B Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a* kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b* grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c* eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d* eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e, f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Er ist von mehrfachen Zellenlagen bekleidet. Im Hohlraum (*b*) begegnen wir fettiger Masse, welche später als Hauttalg frei wird.

Wie ist letzterer aber entstanden?

Schon in den peripherischen, der Wand des Drüsenbläschens unmittelbar anliegenden Zellen bemerkt man eine steigende Einbettung fettiger Moleküle. Es ist also jene Fettdegeneration, deren wir schon früher S. 14 gedachten. Sie führt, hier auf normalem Wege wie anderwärts im krankhaften Geschehen, den Untergang des Gewebeelementes herbei. Die Drüsenzelle mit zunehmenden Fetteinbettungen schwillt an, und fällt zuletzt von ihrem Mutterboden ab. Nun, im Hohlraum des Acinus suspendirt, ist sie zur

Leiche geworden. Wir begegnen demgemäss im Hauttalge diesen hochgradig verfetteten Zellen, ihren Trümmern, freigewordenen Kernen und Fettmolekülen mit eiweissartiger Verbindungsmasse. Das ist die Entstehung des Hauttalges, eines verhältnissmässig unwichtigen Sekretes.

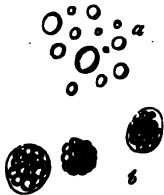


Fig. 124. Formbestandtheile der menschlichen Milch. a Milchkügelchen; b Kolostrumkörperchen.

Die Milchdrüse stellt eine Gruppe vergrösserter, zur höheren Leistung bestimmter Talgdrüsen dar. Schon von den letzten Zeiten der Schwangerschaft an bildet das menschliche Organ das sogenannte Kolostrum. Wir treffen in letzterem kuglige zellige Elemente von 0,0154—0,0563 mm Ausmaass (Fig. 124 b).

Diese »Kolostrumkörperchen« sind den abgelösten hochgradig verfetteten Talgdrüsenzellen gleich. Später, bald nach der Entbindung, enthält die Milch in Millionen die sogenannten Milchkügelchen (a). Es sind frei gewordene Fetttröpfchen, umgeben von einer sehr dünnen Schale eines geronnenen Eiweisskörpers, welchen man Käsestoff, Kasein, zu nennen pflegt. Ihre Grösse schwankt zwischen 0,003—0,009 mm. Die Drüsenzellen dürften jetzt bei einer weit energischeren Absonderung im Acinus frühzeitig zu Grunde gegangen sein. Indessen man könnte hier auch an etwas anderes denken. Die hüllenlose Zelle dürfte den gebildeten Sekretstoff ausgeworfen haben, wie der Krater des Vulkans die Lava — nur die Zellen gleich den Vulkanen könnten persistiren. Ich halte dieses sogar für sehr plausibel.

Wir haben so eben von wahrscheinlich vergänglichsten Drüsenelementen gesprochen, nachdem wir kaum vorher bleibenderer Elemente gedacht hatten. Wenden wir uns noch für einen Augenblick zu letzteren zurück; nehmen wir die Leberzellen. In ihnen trifft man zeitweise bräunliche Moleküle und Fetttröpfchen. Beide erscheinen später in der Galle; das erstere ist der »Gallenfarbstoff« (um den rohen Ausdruck früherer Tage hier zu wiederholen), das letztere wird zum »Gallenfett«. Also die Drüsenzelle umschloss auch hier einmal in ihrem Leib die später frei ge-

wordenen Sekretsubstanzen. Hier ist das Kommen und Gehen letzterer durch den bleibenden Zellenleib nicht anzuzweifeln.

Man hat in neuerer Zeit für die Persistenz vieler Drüsenzellen noch eine weitere Bestätigung gewonnen. Zwischen jenen (zuerst fand man es in der Leber) kommen als letzte Ausläufer der absondernden Gänge noch ausserordentlich feine bleibende Kanälchen, »Drüsenkapillaren«, vor. Unsere Fig. 125 versinnlicht Derartiges aus dem Pankreas. Wir wollen der Sache später ausführlicher gedenken.

Mit der *Membrana propria* und den sekretbildenden Zellen wären wir also fertig. Gedenken wir nun der Haargefässnetze, der Art und Weise, in welcher der unentbehrliche Blutstrom zur Oberfläche des absondernden Organes gelangt.

Wir wiederholen es, was wir S. 102 sagten: die Form der Gewebebestandtheile bedingt die Anordnung der Kapillaren.

Nehmen wir dünne und lange Drüsenschläuche, wie sie in der Magenschleimhaut dicht neben einander stehen, so tritt der Einzelschlauch ungefähr an die Stelle des querstreifigen Muskelfadens (Fig. 94). Das Netz (Fig. 126) wird zu einem ähnlich gestreckten; nur die Ringe um die Drüsenmündungen nebenabweichenden Arterien- und Venenzweigen tragen einen erheblicheren Unterschied in das Ding ein.

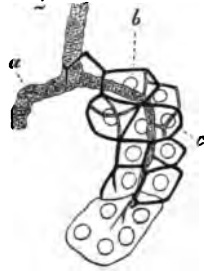


Fig. 125. Aus dem Pankreas des Kaninchens. a stärkerer Ausführungsgang; b feinerer eines Acinus; c feinste Sekretionskanäle.



Fig. 126. Das Gefässnetz der Magenschleimhaut des Menschen, halbschematisch. Der (feinere) Arterienstamm zerfällt in das gestreckte Kapillarnetz, welches in das rundliche der Drüsenmündungen übergeht, aus dem die Vene (das weitere dunklere Gefäss) entspringt.

Wenden wir uns zur traubigen Drüse, so muss, wie wir schon einmal bemerkten, bei der im allgemeinen rundlichen Form des Elementes, des kleinen Acinus, das Gefässnetz demjenigen eines Fettträubchens (Fig. 93) entsprechen. Unsere Fig. 127 bringt die



Fig. 127. Das Gefässnetz der Bauchspeicheldrüse vom Kaninchen.

Kapillar - Anordnung einer grösseren Läppchengruppe des Pankreas. Das Bild könnte für die Gefässanordnung eines Konglomerates der Fettzellenträubchen mit demselben Rechte benutzt werden.

Der gewaltige Stoffumsatz drüsiger Organe macht einen bedeutenden Reichtum lymphatischer Bahnen, welche das überflüssige Transsudat der Blutbahn zurückführen sollen,

sehr begreiflich. Man hat in neuester Zeit ein Stück jener Lymphwege entdeckt. — Glatte Muskelfasern, die entweder den Drüsenkörper umhüllen oder in der Wandung des ausführenden Ganges vorkommen, bedürfen kaum einer weiteren physiologischen Erläuterung. Sie sind eben für das Austreiben des Sekretes von hoher Wichtigkeit.

Ueber Drüsenerven, diese dunkelste Partie im Aufbau der uns beschäftigenden Organe, sprechen wir später.

Das Letzte, was endlich noch erörtert werden muss, ist der Ausführungsgang. Nehmen wir einen einfachen Drüsen-schlauch (Fig. 128), wie ihn die Magenschleimhaut in unendlicher Anzahl umschliesst, betrachten wir eine sogenannte »Labdrüse« (sie kann allerdings auch komplizierter sein), so erkennen

wir von *d* bis *b* leicht die sekretbildenden Zellen. Ueber *b* treffen wir ein Zylinderepithel, das gleiche, welches die Oberfläche der Magenschleimhaut überkleidet. Eine weitere Erklärung ist also überflüssig.

Werfen wir ferner auf unsere Fig. 122 einen Blick zurück. Die Zeichnung stellt eine sogenannte »Magenschleimdrüse« dar. Ein langer Ausführungsgang trägt die gleichen Zylinderzellen (*a*). Dann theilt er sich in zwei Blindschläuche. Diese (*b*) enthalten niedrigere kubische Elemente, die Lieferanten einer hier noch ziemlich unbekannten Absonderung.

Betrachten wir ein noch früheres Bild, unsre Fig. 120, die kleinen traubigen Drüsen. Ueber den Ausführungsgang kann hier kein Zweifel herrschen. Seine Zellenbekleidung ist nicht selten eine andere als diejenige der Acini.

Die Wand des ausführenden Kanals ist hier einfach bindegewebiger Natur. Bei grösseren und grössten Drüsen ähnlichen Aufbaus gewinnt der wegbleibende Gang eine steigende Komplikation. Wir kommen darauf später im Einzelnen zurück.

Ueberblicken wir jetzt noch flüchtig die verschiedenen Drüsen des menschlichen Körpers.

a) Zur schlauchförmigen Gruppe zählen: die BOWMAN'schen Drüsen in der sogenannten *Regio olfactoria* des Geruchsorgans; die Schläuche der Magen-, Dünn- und Dickdarmschleimhaut, welche die Namen der Magensaft- (oder Lab-), sowie der Magenschleim- und LIEBERKÜHN'schen Schläuche tragen; endlich die Uterindrüsen. Dann, als modifizierter Gebilde, als sogenannter Knaueldrüsen, haben wir hier endlich noch der kleineren und grösseren Schweissdrüsen sammt den Ohrschmalzdrüsen zu gedenken.

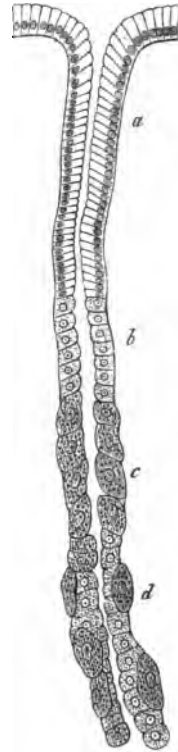


Fig. 128. Eine Magendrüse der Katze in seitlicher Ansicht. *a* »Stomach-cells«; *b* inneres; *c* äusseres Schaltstück; *d* der Drüsenschlauch mit beiderlei Zellen.

Sehr komplizierte röhrenförmige Organe sind, wie wir schon früher erwähnten, Niere und Testikel.

b) Zu den traubigen Drüsen rechnet eine grosse Schaar unserer Organe vom kleinsten bis zum grössten Ausmaasse. Zunächst gehören hierher die sämtlichen kleinen Drüschchen der Schleimhäute des Körpers, dann die sogenannten BRUNNER'schen Drüsen des Zwölffingerdarms, die Talgdrüsen der äusseren Haut und die MEIBOM'schen der Augenlider. Als grössere und grösste zählen der Gruppe zu: die Thränendrüse, die verschiedenen Speicheldrüsen, das Pankreas, die Milchdrüse, dann die COWPER- und BARTHOLIN'schen Drüsen des Geschlechtssystems, ferner die Prostata. Ihrer Entstehungsweise nach dürfen wir hier auch noch endlich die Lunge anschliessen. Wir werden gleich den Vorgängern ihrer später genauer zu gedenken haben.

c) Dass die geschlossenen Drüsenkapseln im Menschenleibe allein das Ovarium bilden, brauchen wir kaum zu wiederholen.

Unsere Organe mit geringen Ausnahmen (der Urniere und der Generationsdrüsen) entstehen in ihrem zelligen Theile entweder von dem oberen oder unteren Keimlager, dem Horn- und Darmdrüsenblatte REMAK's. *Membrana propria* und Haargefässnetz sind aufgebettete Produktionen des Mittelblattes, welches so Vieles herstellt.

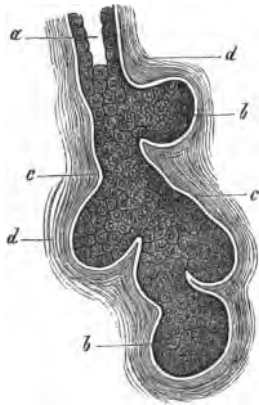


Fig. 129. In Bildung begriffene traubige Drüse. *a* Ausführungsgang, bereits wegsam; *b* solide Drüsenknospen; *c* *Membrana propria*; *d* umgebendes Bindegewebe.

Ein früheres Bild, Fig. 44, die erste Anlage eines Haarkeimes, gilt ebenso für die Drüsen der äusseren Haut wie diejenigen der Mukosen. Zweigen sich aus dem herabgewucherten Zellenzapfen durch fortgehende Zellenvermehrung seitliche Knospen ab, so entsteht anfänglich eine solide, dürftig beerenförmige Masse (Fig. 129).

Aus ihr wird endlich ein komplizirtes Traubensystem, welches im Axentheile sich zuletzt aushöhlt (*a*), und damit die vollendete Drüse herstellt.

Wir verlassen hiermit die drüsigen Organe im Allgemeinen.

Die folgenden Vorlesungen werden also zu einzelnen derselben zurückführen.

Dreizehnte Vorlesung.

Der Verdauungsapparat mit seinen Drüsen.

Der Verdauungsapparat in seinen bindegewebigen Aussenlagen und den muskulösen Mittelschichten ist allerdings verhältnissmässig einfacher Natur. Aber die Schleimhaut mit dem unmittelbar angrenzenden losen Bindegewebe und mit Allem, was daran hängt, bietet eine Fülle mannigfaltigster Strukturverhältnisse dar.

Durchgehen wir also in Kürze das lange Kanalwerk mit den wechselnden Bestandtheilen des Innern.

Die Mundhöhle beherbergt die schon S. 78 geschilderten Zähne, sowie die Zunge. In jene münden die Speicheldrüsen, grosse traubige Organe, und daneben eine Menge kleiner Gefährten, sogenannte Schleimdrüschchen, ein.

Die blutreiche Mukosa der Mundhöhle springt mit dicht gedrängten Papillen vor, und wird überzogen von dem S. 33 besprochenen geschichteten Plattenepithel. Letzteres kann hier eine Mächtigkeit bis zu $0,45\text{ mm}$ gewinnen. Das submuköse Bindegewebe erscheint bald straff (Zahnfleisch), bald lose und dehnbar (Boden der Mundhöhle). In ihm liegen die Körper jener zahl-

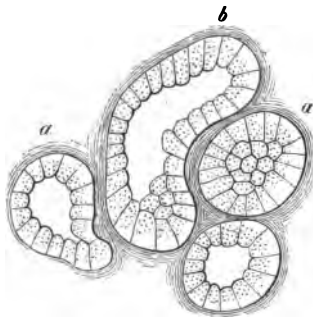
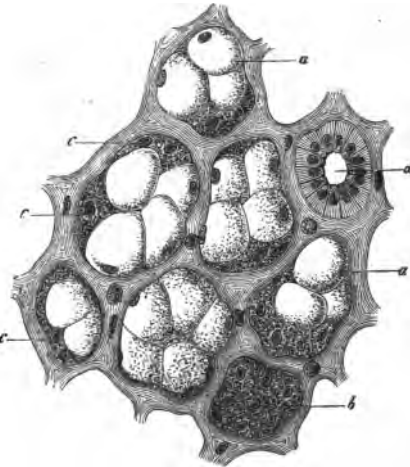


Fig. 130. Drüsenbläschen der Gaumendrüschen des Kaninchens. *a* rundliche, *b* ein verlängerter Acinus.

reichen kleinen traubigen Drüsen. Ihr Sekret ist ein schleimiges; die Zellen bilden eine Lage blasser kubischer oder niedrig zylindrischer Elemente (Fig. 130). Sie kommen als Lippen-, Backen-, Gaumen- und Zungendrüsen vor.

Unter den Speicheldrüsen hat die Submaxillaris in neuerer Zeit eine genaue Erforschung erfahren (PFLÜGER, GIANUZZI, HEIDENHAIN). Sie fällt bei den einzelnen Thieren different in ihren Zellen aus. Körnig sind letztere beim Kaninchen. Bei Hund und Katze liegt eine Schleimdrüse uns dagegen vor.

Die Zellen (Fig. 131) bestehen hier aus zweierlei Gebilden. Einmal (a) begegnen wir grossen rundlichen Elementen, welche von homogener Schleimmasse erfüllt sind. Daneben kommen, ganz körnig, kleinere Zellen in der Peripherie des Drüsenbläschens vor (c). Dicht an einander gedrängt, und undeutlich von einander geschieden, bilden sie eine Art von Halbmond (GIANUZZI). Sie wandeln sich in jene grossen Schleimzellen später um. Feinste Sekretionskapillaren nach Art unserer Fig.



125 kommen hier gleichfalls zum Vorschein; ebenso die platten Sternzellen der *Membrana propria* (s. Fig. 118). Die ausführenden Gänge zeigen Zylinderzellen (Fig. 131 d), unterhalb des Nukleus mit Längsstreifen versehen. — Wir haben endlich noch eines rundlichen Kapillarnetzes und reichlicher Lymphbahnen um und zwischen Läppchen und Lappen zu gedenken.

Mit der Unterkieferdrüse scheint die Sublingualis nahe verwandt.

Fig. 131. Unterkieferdrüse des Hundes. a Schleimzellen; b Protoplasmazellen; c Halbmonde; d Querschnitt eines Ausführungskanälchens mit dem eigenthümlichen Zylinderepithel.

Doch wir können erstere noch nicht verlassen. Wie die Experimentalphysiologie lehrt, ruft die Reizung der *Chorda tympani* reichliche Absonderung eines wasserreichen Sekretes herbei, die des Sympathikus dagegen spärliche Mengen einer dickflüssigen Masse.

Die fortgesetzte Nervenreizung ändert aber, wie HEIDENHAIN fand, den Inhalt der Acini ganz bedeutend (Fig. 132). Fast alle

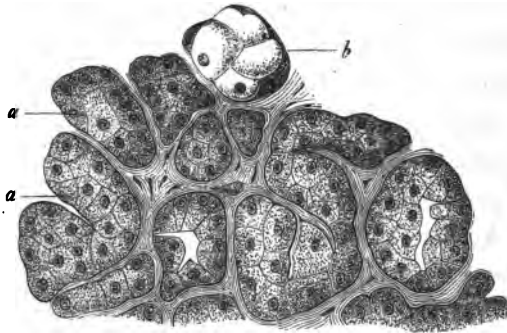


Fig. 132. Submaxillardrüse des Hundes mit ihren durch starke Reizung der Chorda veränderten Inhaltszellen *a* und unveränderten Resten *b* nach HEIDENHAIN.

der grossen runden Zellen (*a*) haben mittlerweile ihr Mucin als Sekret abgegeben. Eine körnige, protoplasmatische Masse erfüllt jetzt den veränderten Zellenleib.

Dieses war die erste Verschiedenheit, welche eine ruhende und aktive Drüse dem Auge des Mikroskopikers überhaupt darbot.

Die Parotis oder Ohrspeicheldrüse enthält in ihrem (0,034—0,052 mm messenden) Acinus körnige kubische Zellen (von 0,014—0,018 mm) ohne jede Schleimwandlung. Man hat zwischen letzteren feine Sekretionsröhrchen getroffen. Der Ausführungsgang besitzt hier wieder gewöhnliche Zylinderzellen.

Die Zunge ist ein wesentlich muskulöses Organ mit sich durchkreuzenden quergestreiften Fäden. Der Zungenrücken trägt in Unzahl verschiedene Papillen. Man hat hier dreierlei Formen unterschieden: die fadenförmigen (*Papillae filiformes* s. *conicae*), die schwammförmigen (*P. fungiformes* s. *clavatae*) und

endlich die umwallten (*P. circumvallatae*). Zu letzteren ist, schon früher gefunden, dann vergessen und neuerdings genauer erforscht, noch die sogenannte *Papilla foliata* hinzugekommen. Beide letzteren Organe enthalten die Endigung des Geschmacksnerven.

An traubigen Drüsen ist unser Organ reich. Vorwiegend treffen wir Schleimdrüsen mit dem von Fig. 430 her uns bekannten Inhalte. In der Nähe der *P. circumvallatae* und der *P. foliata* erscheinen zwar ganz ähnlich gestaltete Drüsen, jedoch mit einem anderen abweichenden Inhalt, mit körnigen, trüberen Zellen (Fig. 433). Man hat die gleichen Organe in Unzahl in der Nasenschleimhaut angetroffen, und ihnen den Namen der »serösen Drüsen« gegeben (HEIDENHAIN).

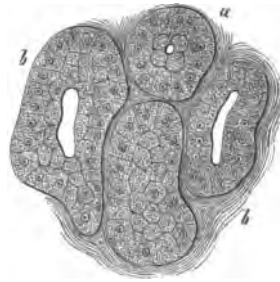


Fig. 433. Acini (a runde, b oblonge) einer sogenannten serösen Drüse aus der Nähe einer umwallten Papille der Katze.

Vom hinteren Viertel der Zunge an beginnt das Schleimhautgewebe eine lymphoide Umwandlung zu erfahren, an welcher auch der Pharynx Antheil zu nehmen vermag. So kommt es denn zu abgegrenzten lymphoiden Organen, zu den Zungenbälgen, den Tonsillen und der von KÖLLIKER entdeckten Pharynx-Tonsille. Man vergl. darüber S. 118.

Der Schlundkopf oder Pharynx mit seiner quergestreiften Muskulatur führt denselben Ueberzug des geschichteten Plattenepithelium wie die Mundhöhle. Die derbe Schleimhaut gewinnt nach abwärts Papillen. Die obere Partie ist reich an Schleimdrüsen.

Auch die Speiseröhre oder der Oesophagus behält die alte Epithelialdecke. Die aus einer stärkeren longitudinalen Aussenlage und einer schwächeren inneren Querlage bestehende Muskulatur zeigt beim Absteigen ein Ersetztwerden der willkürlichen quergestreiften Faserformation durch das unwillkürliche

glatte Gewebe. Die in Längsfalten einspringende Mukosa beherbergt traubige Schleimdrüsen.

Wir durften dieses nur flüchtig berühren.

Eine genauere Erörterung bedarf dagegen der Magen, Ventriculus. Sein seröser Ueberzug bietet allerdings nichts bemerkenswerthes dar, ebensowenig die glatte Muskulatur, welche aus längs-, quer- und schief verlaufenden Schichten besteht. Dagegen zeigt die von (0,0226—0,0323 mm hohen und 0,0045—0,0056 mm breiten) Zylinderzellen bekleidete Schleimhaut eine Fülle interessanter und wichtiger Dinge.

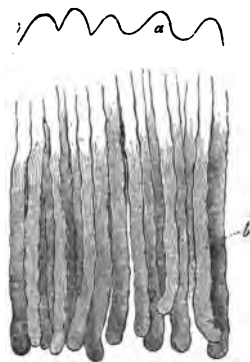


Fig. 134. Vertikalschnitt der menschlichen Magenschleimhaut. a Papillen der Oberfläche; b Drüsen.

Die Oberfläche jener ist nicht glatt, sondern uneben. Niederen oder höheren vereinzelt Vorsprüngen (Fig. 134 a) begegnet man da, oder vorspringenden Fältchen, welche kreuzend sich verbinden. Nur in den Thälern, niemals aber auf einem Hügel oder einer Falte, münden die Drüsen aus. Es kommen nach den Thierarten mancherlei Differenzen der Magenoberfläche vor. Im Allgemeinen zeigt die Kardialhälfte des Magens eine dünnere und ebenere Schleimhaut als die Pyloruspartie. Hier kann die Mukosa zuletzt eine Höhe von 2 mm gewinnen.

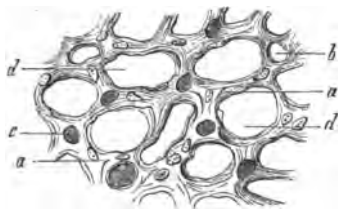


Fig. 135. Querschnitt durch die Magenschleimhaut des Kaninchens. a Schleimhautgewebe; b Querschnitte leerer und c injizierter Blutgefäße; d Lücken für die Drüsen.

Eine enorme Menge schlauchförmiger Drüsen (Fig. 134 b) durchzieht die Schleimhaut. Die Massenhaftigkeit der letzteren ist darum jener Einbettung gegenüber eine geringe. Wir gewinnen ein gewöhnliches weiches Bindegewebe (Fig. 135 a). Lymphoide Umwandlungen des letzteren können sich jedoch einstellen.

Man hat die Drüsenschläuche des Magens in zwei verschiedene Formen, nämlich a) in die sogenannten Labdrüsen b) in und die Magenschleimdrüsen, zerlegt.

Erstere stellen die verbreitetere und wichtigere Drüsenformation her (Fig. 134). Sie münden theils vereinzelt (Fig. 128), theils treten mehrere Schläuche zum gemeinsamen Ausführungsgang zusammen (Fig. 136 1).

In beiden Fällen ist die Mündung auf dem Querschnitte rundlich erscheinend (2a), und von dem gewöhnlichen schmalen hohen Zylinderepithel der Magenmukosa bekleidet (Fig. 128 a, 136 a).

Der Drüsenkörper selbst erscheint als ein bald glattrandiger, bald ausgebuchteter Schlauch. Die *Membrana propria* zeigt die bekannten abgeplatteten Sternzellen.

Wenden wir uns jetzt vom Ausgangstheile der Drüse nach abwärts, so treffen wir bei b neue umgewandelte Zellenformation, breiter, niedriger und körniger. Weiter nach unten bei c erhalten wir ächte grosse Drüsenzellen (Labzellen). Aber erst bei d begegnen wir letzteren in höchster Ausbildung. Hier liegen einer ununterbrochenen Reihe kleinerer Drüsenzellen vereinzelte grössere, körnigere Elemente auf (Fig. 128 d), von nischenartigen Ausbuchtungen der *Membrana propria* beherbergt. Letztere Gebilde sind die »Belegzellen« HEIDENHAIN's gegenüber der inneren Zellenreihe, seinen »Hauptzellen«.

Wir haben früher erfahren, wie verschieden das Bild der ruhenden und überarbeiteten Submaxillaris des Hundes ausfällt. Etwas Aehnliches — und man verdankt wiederum HEIDEN-

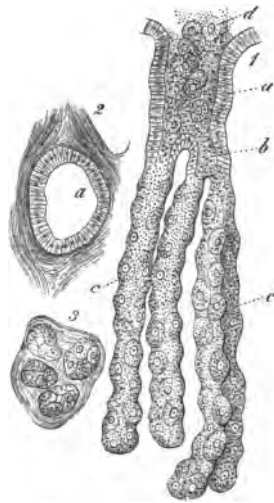


Fig. 136. 1. Eine zusammengesetzte Labdrüse des Hundes. a Die weite Ausmündung (*Stomach-cell*) mit dem Zylinderepithelium; b die Spaltung; c die mit Labzellen bekleideten Einzelschläuche; d der austretende Inhalt. 2. Die Mündung a im Querschnitt. 3. Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

HAIN die interessante Thatsache — zeigen die Labdrüsen. Beim hungernden Thiere ergeben sie sich glattrandig, etwas geschrumpft, ihre Hauptzellen durchsichtig. Einige Stunden nach reichlicher Nahrungsaufnahme tritt uns ein wesentlich verschiedenes Bild entgegen. Die Labdrüsen sind jetzt geschwellt, ihre Wandungen ausgebuchtet, ihre Hauptzellen vergrössert und körnig getrübt. In späterer Periode kommt es wieder zur Abschwellung; doch bleiben die Hauptzellen auffallend getrübt.

Welche der beiden Zellen nun aber den Magensaft liefern, wissen wir noch nicht. Wir möchten vermuthungsweise für die Labzellen eintreten.

Die zweite Drüsenformation, die Magenschleimdrüsen, wurden schon vor Langem beim Schwein entdeckt. Sie nehmen bei Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen die Pylorusgegend in grosser Ausdehnung ein, beim Menschen dagegen hier nur eine schmale Zone. Sie sind abermals theils unverzweigte, theils verzweigte Schläuche. Man erkennt auch hier in dem ausführenden Gang (und er kann sehr bedeutende Länge gewinnen) das gewöhnliche Zylinderepithel der Magenschleimhaut (Fig. 422 a). Das untere eigentliche Drüsenstück zeigt dagegen niedrigere und an feinen Körnchen reichere kubische Zellen (b). Sie trüben sich in Essigsäure, und erinnern an die »Hauptzellen« der Labdrüsen.

Kleine traubige Drüschchen erscheinen in der Pylorusgegend des Menschen. Vereinzelte lymphoide Follikel bilden die uns von S. 418 bekannten linsenförmigen Drüschchen.

An der Grenze der Schleimhaut gegen das submuköse Gewebe kommt ein Mattenwerk glatter Muskelfasern, die *Muscularis mucosae*, vor (S. 85). Dünne Züge steigen zwischen den Drüschschläuchen empor.

Zierlich und bezeichnend fällt die Gefässanordnung in der Magenschleimhaut aus (Fig. 426). Dünne schlanke Arterienästchen, durch die Submukosa emporgestiegen, lösen sich in ein die Drüschschläuche umspinnendes längsmaschiges Kapillarnetz auf. Um die Mündungen jener bildet letzteres Ringe. Hier, an

der Oberfläche allein, erfolgt der Uebergang in Venenwurzeln, welche rasch zu starken, senkrecht absteigenden Blutadern sich vereinigen. Letztere bilden unter der Schleimhaut ein weitmaschiges Netz weiter Röhren.

Die Lymphbahnen entdeckte vor Kurzem ein trefflicher schwedischer Forscher, Lovén. Mächtige Netze, in der Submukosa gelegen, entsenden nach aufwärts ansehnliche blindsackige Gänge, die zwischen den Drüsen bis nahe zur Magenoberfläche gelangen.

Der Magensaft, ein saures Wasser, enthält einen eigenthümlichen Fermentkörper, das Pepsin. Die Körnchen in den Belege- (und möglicherweise den Hauptzellen) sind eben jene Substanz. Die Drüsenzelle hatte sie gebildet. Die eiweissverdauende Kraft des Sekretes müssen wir anderen Vorträgen überlassen.

Gehen wir über zum Dünndarm.

Seinen serösen Ueberzug und die aus doppelter Lage bestehende glatte Muskulatur übergehen wir hier. Die Schleimhaut dagegen erfordert abermals eine genaue Schilderung; denn ihr Bau ist zusammengesetzter als im Magen.

Wir treffen einmal hier eine Unzahl halbmondförmiger, grosser Falten (nach abwärts an Höhe zunehmend) die *Valvulae conniventes Kerkringii*. Die Oberfläche des Dünndarms springt daneben in Millionen komplizirter Papillen, in die Darmzotten vor. In der Mukosa begegnen wir ferner einer unendlichen Menge kleiner Drüsenschläuche, den LIEBERKÜHN'schen Drüsen, und im Zwölffingerdarm kleinen traubigen Organen, den BRUNNER'schen Drüsen. Endlich beherbergt der Dünndarm solitäre und gehäufte (PEYER'sche) Lymphfollikel.

Das Gewebe der Dünndarmschleimhaut zeigt uns wiederum eine *Muscularis mucosae*, aber dünner als im Magen, dann eine retikuläre, reichliche Lymphoidzellen beherbergende Bindesubstanz (Fig. 47 a). Auch die Darmzotten (Fig. 437) — wir haben ihrer schon in früherer Vorlesung gedacht — bestehen aus dem nämlichen Gewebe. Selbst die Oberfläche ist noch deutlich, wenn

auch engmaschiger, durchbrochen. Einzeln oder mehrfach, in letzterem Falle zuweilen bogen- und brückenartig verbunden, treffen wir in der Axe das Chylusgefäß (Fig. 95 d), bedeckt von dünnen Zügen glatter Muskulatur (c), Abkömmlingen der *Muscularis mucosae*, und endlich umsponnen vom Schlingennetz der Kapillaren (b). Das wissen wir allerdings schon von früher her.

Dass der ganze Darmkanal von Zylinderepithel ausgekleidet wird, erwähnte schon die zweite Vorlesung. Ebenso schilderten wir die Eigenthümlichkeit, welche die Zylinderzellen des Dünndarms darbieten, den verdickten, von feinsten Porenkanälen durchzogenen Saum der freien breiten Fläche (Fig. 44).

Wenden wir uns zunächst zu den Drüsen. Bei weitem die wichtigere Formation sind die LIEBERKÜHN'schen Schläuche (Fig. 137 a). Sie nehmen in unendlicher Menge nicht allein die Mukosa der dünnen, sondern auch der dicken Gedärme ein. So werden wir an die Magendrüsen erinnert, und auch das Kapillarnetz ist dasselbe.

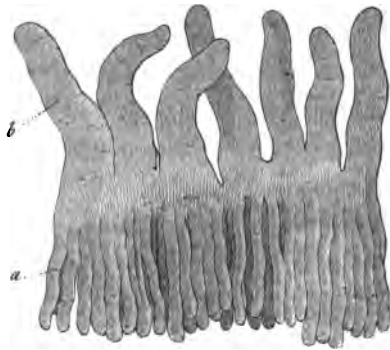


Fig. 137. LIEBERKÜHN'sche Drüsen der Katze (a) mit den darüber befindlichen Darmzotten (b).

Sie nehmen in unendlicher Menge nicht allein die Mukosa der dünnen, sondern auch der dicken Gedärme ein. So werden wir an die Magendrüsen erinnert, und auch das Kapillarnetz ist dasselbe.

Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen sind aber kleiner (nur 0,38—0,45 mm lang und 0,056 bis 0,09 mm breit). Ihre Mem-

brana propria erscheint ebenfalls zarter; der Schlauch bleibt ungetheilt, und wird von einfacher Lage zylindrischer Drüsenzellen (Fig. 147 b) ausgekleidet. Die Ausmündung erfolgt regelmässig in den engen Thälern, welche benachbarte Darmzotten eingrenzen. Als Sekret gilt der Darmsaft.

Von weit untergeordneter Bedeutung sind die traubigen Drüsen des Zwölffingerdarms, die BRUNNER'schen (Fig. 138). Sie beginnen beim Menschen dicht hinter dem Magen, und bilden in gedrängtem Vorkommen ein der Submukosa eingelagertes förm-

liches Drüsenpolster. So erstrecken sie sich etwa bis zur Einmündung des Gallengangs, um weiter abwärts spärlicher zu werden. Die Säugethiere zeigen mancherlei Variationen.

Beim Menschen wechselt die Grösse ($0,25-2\text{ mm}$). Die Acini erscheinen rundlich, verlängert, zuweilen förmlich schlauchartig ($0,56-0,44\text{ mm}$). Gänge und Drüsenkörper tragen den gleichen Ueberzug niedriger zylindrischer, blasser und unregelmässiger Zellen. Irre ich nicht, so steht die BRUNNER'sche Drüse in der Mitte zwischen den gewöhnlichen traubigen Schleimdrüsen, den Magenschleimdrüsen und den serösen Drüsen. Ueber das Sekret wissen wir sehr wenig.

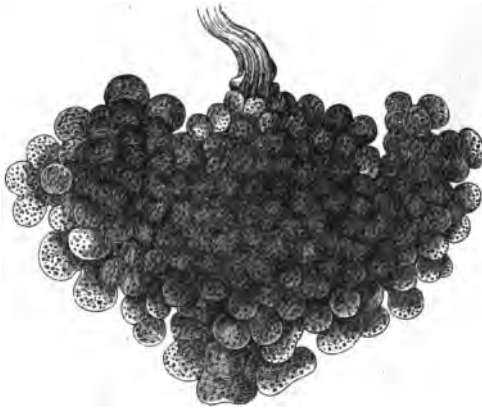


Fig. 138. Eine BRUNNER'sche Drüse des Menschen.

Im ganzen Dünndarm können vereinzelte lymphoide Follikel (Solitärdrüsen) vorkommen. Ihrer, sowie der gehäuften Lymphfollikel (der PEYER'schen Platten) hat bereits die elfte Vorlesung gedacht.

Schon oben erwähnten wir, dass den LIEBERKÜHN'schen Schlauchdrüsen ein gestrecktes Netz der Blutgefässe zukommt. Aus ihm erheben sich, und in dasselbe kehren zurück die zuführenden und wegleitenden Gefässe der Darmzotten, welche das Schlingennetz (Fig. 95 b) herstellen.

Die Lymph- oder Chylusgefässe der Darmzotten, in die Mukosa herabgestiegen, bilden gleichfalls ein Netz, freilich ein viel unvollkommeneres weiterer Röhren. Unsere Fig. 409 (a b c k nach links) kann dieses zur Noth versinnlichen. Bei der Resorption des Speisebreies durchdringt dessen Fett im Zustande feinsten Vertheilung zuerst die Leiber des Zylinderepithel; dann

gelangt es in wandungsloser Bahn durch die retikulirte Binde-

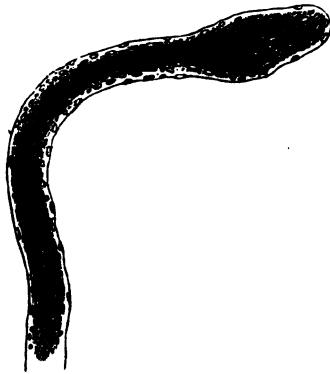


Fig. 139. Die sehr schlanke Darmzotte eines in der Verdauung getödteten Ziegenlammes ohne Epithelium mit dem von Chylus erfüllten Lymphgefäße in der Axe.

blindsackigen Chyluskanal (Fig. 439). Man hat allerdings vielfach nach »präformirten Wegen« dieses Wanderungsprozesses gesucht; und sie sollten schon öfter gefunden sein. Doch nichts von all diesem hat sich hinterher bestätigt. Es waren eben mikroskopische Beobachtungen, wie man sie nicht machen sollte, in der Absicht angestellt, eine Lücke des gegenwärtigen physiologischen Wissens um jeden Preis auszufüllen.

Die LIEBERKÜHN'schen Schläuche setzen sich durch die ganze Schleimhaut der dicken Därme fort, erhalten aber jetzt — höchst überflüssig — einen neuen Namen, den der Dick-

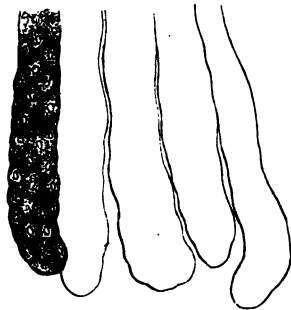


Fig. 140. Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit Zellen; die übrigen zellenfrei gezeichnet.

darmdrüsen (Fig. 440). An ihnen selbst hat sich eben nichts geändert.

Die retikuläre Binde-substanz der Dünndarmschleimhaut hat sich aber mehr gegen ein gewöhnliches Bindegewebe hin umgestaltet; der netzförmige Charakter ist nämlich weniger ausgesprochen, und die Menge der im Gewebe enthaltenen Lymphoidzellen hat gewaltig abgenommen. Endlich sind die Darmzotten der dünnen Därme vollständig verschwunden. Springt die

Schleimhaut, wie im oberen Theile des Kaninchenkolon noch in Papillen vor, so ergeben sich letztere breiter und als gewöhnliche Mukosenprominenzen, von Schlauchdrüsen durchsetzt (Fig. 400).

Vereinzelte lymphoide Follikel zeigt das Kolon. Im wurmförmigen Fortsatze des Menschen und Kaninchens liegt dagegen, wie wir S. 120 bemerkten, eine gewaltige PEYER'sche Platte vor.

Die Blutbahn der dicken Därme stimmt mit derjenigen des Magens (Fig. 126) zum Verwechseln überein. Lymphgefäße hat man ebenfalls für Fleisch- und Pflanzenfresser hinterher getroffen. Diejenigen aus dem oberen Kolon des Kaninchens versinnlicht unsere Fig. 100 *gfe*.

Am After grenzt sich das einfache Zylinderepithel scharf gegen die modifizierte Epidermis ab. Am unteren Darmende mischen sich dann (wir werden an den Oesophagus erinnert) glatte und querstreifige Muskulatur.

Vierzehnte Vorlesung.

Pankreas und Leber.

Es sind uns noch die beiden grössten drüsigen Organe des Verdauungsapparates, Pankreas und Leber, übrig geblieben. Mit der Bauchspeicheldrüse sind wir bald fertig; dagegen bedarf ihrer Eigenthümlichkeiten halber die Leber genauerer Erörterung.

Das Pankreas ist eine gewaltiges traubiges Ding. Es erinnert an die Speicheldrüsen. Die rundlichen Acini ergeben 0,06—0,09^{mm}. Die *Membrana propria* soll platte Sternzellen ebenfalls besitzen. Das rundliche Gefässnetz brachte schon unsere Fig. 127. Die Lymphbahnen bedürfen noch genauerer Erforschung.

Ausgekleidet sind die Drüsenbläschen von undeutlich getrennten körnerreichen kubischen Zellen. Beim erwachsenen Kaninchen zeigen uns die letzteren in ihren inneren, also dem Lumen zugekehrten Theilen fettige Moleküle. Mitte und Aussen-theil bleiben hell. Zwischen ihnen erscheint das aus Fig. 125 uns bereits bekannte Netz feinsten Sekretionsröhrchen (Saviotti).

Dem dünnwandigen Ausführungsgange der menschlichen Bauchspeicheldrüse mangeln muskulöse Elemente. Nach abwärts zeigt er Schleimdrüsen.

Ein nicht hohes Zylinderepithel bedeckt ihn. Verfolgt man dieses bei Thieren in die Drüse hinein, so verflachen in den Aesten diese Zellen sich mehr und mehr. Zuletzt, in den Drüsenbläschen

selbst, begegnen wir vollkommen plattenartigen Elementen, welche an die Endothelien der Gefässe erinnern. Dieses sind die sogenannten »zentro-azinären« Zellen (LANGERHANS), welche nicht allein dem Pankreas in grosser Ausdehnung, sondern auch der Parotis zukommen.

Ueber die Beschaffenheit der Drüsenzellen im ruhigen und thätigen Zustande bedarf es noch der Untersuchung.

Wenden wir uns nun zur Leber.

Die Leber — wie die natürliche Aussen- oder eine künstliche Schnittfläche lehrt — besteht aus einzelnen gedrängten Feldern, den sogenannten Leberinseln oder Leberläppchen. Bei manchen Geschöpfen, wie dem Schwein, ist die Läppchenabgrenzung sehr deutlich. Leidlich noch zeigt das menschliche Organ in der kindlichen Lebensperiode die Grenzen der Läppchen, sehr verwischt dagegen beim Erwachsenen. Man nimmt für unsere Leberinseln $2,2\text{ mm}$ mittleres Ausmaass an.

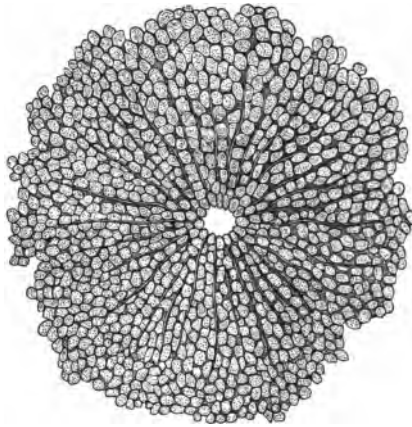


Fig. 141. Leberläppchen eines 10 jährigen Knaben mit dem Querschnitt des zentralen Lebervenenstämmchens.

Ein Leberläppchen aber (Fig. 141) besteht wesentlich aus zahllosen Drüsenzellen und einem sie durchsetzenden ungemein entwickelten Kapillarnetze. Im Mittelpunkt des Läppchens vereinigt sich letzteres zu einem Anfangsästchen der Lebervene; äusserlich zeigen Pfortaderzweige und feine Gallenzweige die Abgrenzung an.

Der Leberzellen haben wir schon Fig. 121 gedacht. Diese dicken stumpfeckigen, im Mittel $0,018 - 0,023\text{ mm}$ messenden Gebilde enthalten Kerne von $0,006 - 0,007\text{ mm}$ mit Kernkörperchen. Der weiche körnige Zellenleib bleibt hüllenlos, mit langsamer

Kontraktilität versehen (LEUCKART). Brauner Moleküle des Gallenfarbestoffs im Zellenkörper, ebenso fettiger Einbettungen gedachten wir schon früher. Letztere treten bei Säuglingen, dann bei



Fig. 142. Zellen der Fettleber; a. b mit kleineren Fettmolekülen und Tröpfchen; c. d mit grossen Tropfen.

Erwachsenen, welche eine opulente Diät führen, ebenso bei gemästeten Thieren auf. Sie bilden die sogenannte Fettleber (Fig. 142). Die Zelle erträgt eine derartige Fettüberladung (c d) relativ gut. Bei veränderter Lebensweise verschwindet der ungewöhnliche Inhalt bald wieder.

Im Läppchen (Fig. 144) liegen die Zellen radienartig an einander gedrängt, einfache Reihen bildend. Nach aussen kommen allmählich netzartige Verbindungen häufiger vor. Das sind die sogenannten Zellenbalken und Zellenbalkennetze unseres Organs.

Zwischen den Läppchen treffen wir interstitielles Bindegewebe, bald nur schwach entwickelt (Mensch), bald reichlich (Schwein). Es rührt dieses Bindegewebe zum Theil von der Leberhülle her, theils ist es die Fortsetzung einer Bindegewebs-scheide, welche die in die Leberpforte eintretenden Blutgefässe und Gallengänge umgibt (Glisson'sche Kapsel).

Die Leber erhält ihr Blut aus zwei ungleich entwickelten Zuflussröhren, der weiten Pfortader und der engen Leberarterie. Erstere bildet um die Läppchen theils kürzere oder längere Zweige (Fig. 94), bald aber nahezu und wirklich ringförmige Züge (Schwein). Rasch zerfallen diese Aeste in das dichte Kapillarnetz 0,009—0,0426^{mm} weiter Röhren. Sie ziehen radienförmig zur Läppchenmitte, um sich in den hier befindlichen Anfangstheil der Lebervene einzusenken. Letztere, gleich ihren stärkeren Stämmen, ist ungemein dünnwandig, und äusserlich mit dem Leberparenchym verwachsen.

Die Zweige der Leberarterie, mit Pfortader und Gallengängen verlaufend, bilden einmal ernährende Gefässe für die beiden letztgenannten Theile, dann Kapselkapillaren; endlich dringen sie zu

den Läppchen selbst. Entweder senken sie sich hier in Pfortader-ästchen ein, oder gehen in den peripherischen Theil des Haargefässnetzes über.

Die beiderlei Netze, dasjenige der Leberzellenbalken und das der Blutgefässe, durchstricken sich auf das Innigste, so dass jede Lücke des einen Maschenwerks von Theilen des andern eingenommen wird.

Nach passender Behandlung zeigen, wie BEALE und WAGNER fanden, dünne Schnitte des erhärteten Lebergewebes ein ungemein zierliches Netzwerk einer recht zarten, homogenen, kernführenden Binde substanz (Fig. 443 a).



In der letzten Zeit des Fruchtlebens oder beim Neugeborenen (Fig. 443) besteht

Fig. 443. Gerüstsubstanz aus der Leber des Kindes. a Homogene Membran mit Kernen; b fadenartige Stränge der ersteren; c einzelne noch erhaltene Leberzellen.

das Ding stellenweise deutlich aus doppelter Membran. Die eine Lage entspricht der Kapillarwandung (und zeigt hier und da einmal eine Zusammensetzung aus den platten Gefässzellen [EBERTH]); die andere, die Leberzellenbalken umhüllend, repräsentirt eine feinste *Membrana propria*.

Grosse Schwierigkeit bot, lange Zeit hindurch die Ermittlung der feinsten Gallenwege (Fig. 444). Durch mühsame schonende Injektion *) hat man hier endlich ein sicheres Resultat gewonnen (GERLACH, BUDGE, ANDRÉJEVIC, MAC GILLAVRY).

Zwar die feineren Astsysteme der Gallengänge erkennt man allerdings noch leicht (Fig. 444. 4.). Sie laufen mit den Pfortaderzweigen (b) in den Zwischenräumen benachbarter Leberläppchen.

*) Man kann diese vom Gallengang aus an der frischen Thierleiche anstellen. Dieses war das frühere Verfahren. Man kann aber auch in die Vene des lebenden Thieres indig-schwefelsaures Natron eintreiben, was bald (gleich der Niere) auch von der Leber abgeschieden wird (CHRONOSZCZEWSKY).

Von ihnen entspringen feine Zweige, welche den Pfortaderast umstricken (c).

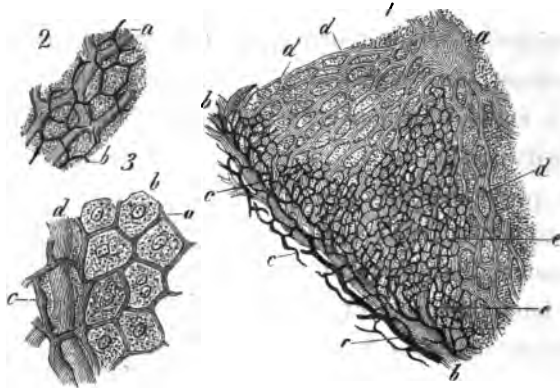


Fig. 144. Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1. Ein Theil eines Läppchens. *a* Vena hepatica; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; *d* Kapillaren; *e* Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (*b*) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (*a*). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. *a* Kapillaren; *b* Leberzellen; *c* Gallengängchen; *d* Haargefässe der Blutbahn.

Nach einwärts setzen sich nun dieselben in ein wunderbar zierliches Netzwerk feinsten Gänge, der sogenannten Gallenkapillaren (*d*), fort. Der Quermesser letzterer beträgt 0,0025—0,0048^{mm} (Kaninchen). Mit eleganten kubischen Maschen (3 *a*) umgeben sie die einzelnen Leberzellen (*b*), so dass das zellige Element an der einen oder anderen Stelle seiner Oberfläche mit jenen feinsten Röhrchen in Berührung kommt. So haben wir also neben den beiden groben Netzen der Zellenbalken und Haargefässe das dritte feinste der Gallenkapillaren.

Auch die andern Wirbelthierklassen entbehren ihrer nicht. Doch ändert sich Manches (HERING, EBERTH).

Die Frage tritt nun an uns heran: Besitzen die Gallenkapillaren eine eigene Wand, oder stellen sie nur feinste lakunäre Gänge her? Welches ist ferner ihr genaueres Verhalten zu den Leberzellen?

An einer besonderen, wenn auch äusserst dünnen Wandung habe ich von dem Augenblicke an nicht gezweifelt, wo ich die Gallenkapillaren des Kaninchens zu studiren anfang. Man sieht hier nicht allein die künstlich erfüllten, sondern auch die angren-

zenden leeren Röhrcchen (oft in beträchtlicher Ausdehnung) regelmässig von scharfen geraden Linien eingegrenzt. Ein Lakunensystem zwischen kontraktile Zellen würde ohnehin die Regelmässigkeit des Gallennetzes kaum darbieten können. Wir stimmen also in der Annahme der Wandung mit EBERTH und KOELLIKER überein. Auch die Katzenleber zeigt Gleiches.

Schon vor Jahren hatte ANDRÉJEVIC richtig es ausgesprochen, dass Blut- und Gallenkapillaren sich niemals berührten, dass vielmehr immer der Körper einer Leberzelle als trennendes Gebilde sich dazwischen lege.

Die Leber der Amphibien und Reptilien, selbst der Vögel zeigt dieses am deutlichsten. Indessen auch die verwickelteren Verhältnisse der Säugethierleber ergeben, wenn auch mühsam, dem auf-

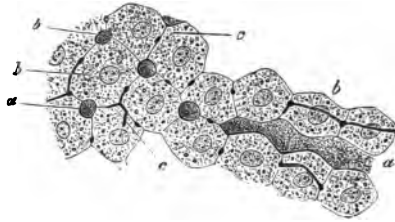


Fig. 145. Feinste Gallengänge der Kaninchen-Leber.
a Blutgefässe; b Leberzellen; c Gallenkapillaren.

merksamen Beobachter das gleiche Resultat (Fig. 145). Wir sehen (a) theils quer, theils longitudinal die Blutgefässe. Die Gallenkapillaren (c) berühren die Leberzellen (b) mehrfach; stets aber bleiben Theile des Zellenkörpers als trennende Stücke zwischen jenen und den Haargefässen der Bahn.

Unsere Figur lehrt ferner, dass eben nur an der Berührungsfläche zweier Zellen Gallenkapillaren auftreten. Wir werden somit die äusserst dünne Wandung der letzteren als ein von benachbarten Zellen geliefertes festgewordenes Produkt anzusehen haben.

Die Lymphgefässe verlaufen in der Glisson'schen Kapsel gleich Pfortader, Leberarterie und Gallengängen. In die Läppchen eintretend umschneiden sie die Haargefässe der Blutbahn (MAC GILLAVRY, FREY, BIESIADECKY und ASP). Die zarte Aussenwand dieser »perivaskulären« Lymphbahnen bildet zweifelsohne die dünne *Membrana propria* der Leberzellenbalken.

Sehen wir endlich nach dem ausführenden Gangwerk der Galle.

Zwischen den Läppchen zeigen diese Kanäle noch eine *Membrana propria* mit niedrigen Zylinderzellen bekleidet. Später wird die Wandung bindegewebig, die Zellen höher und einen von Porenkanälchen (S. 8) durchsetzten Saum tragend.

In den grössten, aus dem Leberparenchym hervortretenden Gängen findet sich eine äussere Faser- und eine innere Schleimhaut. In der Gallenblase kommen noch glatte Muskelfasern hinzu.

Die grössten Gallengänge besitzen zahlreiche Gruben (wohl Behälter der Galle) sowie traubige Drüsen.

Fünfzehnte Vorlesung.

Die Lunge.

Die Lunge entsteht nach der Art der traubigen Drüsen, gewinnt aber eine wesentlich andere Textur. Ihr ausführendes Gangsystem bedarf seiner Eigenthümlichkeit und Komplikation wegen einer besondern vorhergehenden Erörterung.

Die Knorpel des Kehlkopfes, *Larynx*, sind hyalin als *C. thyreoidea* und *cricoidea*. Die *C. arythenoideae* zeigen einzelne Theile schon elastisch umgewandelt. Reine Netzknorpel sind die *Wrisberg'schen* und *Santorini'schen* Knorpel mit der Epiglottis. Hyaline oder bindegewebige Knorpelsubstanz stellen die *C. triticeae* her. Die Bänder des Kehlkopfs bieten einen beträchtlichen Reichthum an elastischem Gewebe dar. Rein elastisch bleiben die unteren eigentlichen Stimmbänder. Die Muskulatur ist quersstreifig. Die Schleimhaut, ziemlich derb und an elastischen Elementen gleichfalls nicht arm, zeigt Einbettungen lymphoider Zellen. Sie führt traubige ächte Schleimdrüsen.

Stark geschichtetes Plattenepithel deckt die vordere Fläche der Epiglottis, schwächer gehäuftes die hintere bis gegen den Grund; ebenso auch die unteren Stimmbänder. Sonst begegnen wir gering geschichtetem Flimmerepithel, welches tief in die Lunge herabgeht.

Die Luftröhre oder Trachea mit ihrem Astsysteme, den Bronchien, stellt ein fibröses Rohr dar, dessen vorderer Wand Halbringe eines Hyalinknorpels (*Annuli cartilaginei*) eingebettet sind. Eine tiefere Lage querer glatter Muskulatur verbindet nach

gelagerten. Letzteren begegnet man in den interalveolären Septen. Der Boden der Lungenalveole zeigt nur feinste $0,0011^{\text{mm}}$ messende Elemente, theils mehr vereinzelt, theils netzartig verbunden.

Die primären Lungenläppchen des Neugeborenen — später wird das Anordnungsverhältniss undeutlicher — bilden, durch bindegewebige Ausfüllungsmasse vereinigt, grössere oder sekundäre Läppchen. Letztere jedoch treten an der Oberfläche des Organs beim erwachsenen Menschen als ($1 - 2^{\text{mm}}$ und mehr messende) Felder, eingegrenzt durch schwarze Masse, oftmals sehr deutlich hervor. Aus ihnen entstehen zuletzt die grossen Lappen. Ihre Schilderung fällt der deskriptiven Anatomie anheim.

Wir gedachten eben jener schwarzen Masse im interlobulären Bindegewebe; auch zwischen und in den Wandungen der Lungenbläschen, ja in den Leibern ihrer Epithelzellen (von diesen reden wir später) kann das Ding vorkommen. Das ist das sogenannte schwarze Lungenpigment.

Wir bedienten uns eben des Beiwortes: »sogenanntes«. In der That, jene Massen sind nicht Melanin, der komplizierte eisenhaltige dunkle Farbestoff des Organismus. Sie stammen vielmehr von aussen her; sie sind Kohle, eingeathmet im Zustande feinsten Vertheilung, wie unser Kulturleben in geschlossenen Räumen es mit sich bringt.

Wildlebende Säugethiere zeigen nichts davon, wohl aber ihre zu Hausgenossen des Menschen gewordenen Verwandten. Bei einem beständig von Rauch und Russ umgebenen Menschen, oder gar bei Arbeitern in Kohlenbergwerken, kann die Lunge zuletzt ganz schwarz werden. Sperren wir einen Hund in einen beständige Russbildung entwickelnden Behälter, so tritt relativ schnell die gleiche Veränderung des Athemorganes ein.

Im Zustande feinsten Vertheilung dringen jene Kohlenpartikelchen in die Epithelzellen und von ihnen aus ins Lungengewebe ein. Hier kommt ein grosser Theil derselben zur bleibenden Ruhe. Andere gelangen in die Lymphbahnen und von diesen aus in die lymphoiden Bronchialdrüsen. In letzteren Organen

werden sie ebenfalls fixirt. Das ist die sogenannte Melanose jener Gebilde.

Sehen wir jetzt nach der Gefässanordnung.

Durch den fortgehenden Zerfall der *Arteria pulmonalis* entsteht ein System feiner Blutkanäle, welche die einzelnen Lungenbläschen umkreisen, und hier vielfach zu unvollständigen oder vollständigeren Ringen sich verbinden (Fig. 148 a). Von ihnen entspringt ein ungemein dichtes Kapillarnetz 0,0056 — 0,0443 mm weiter Röhren, fast nur

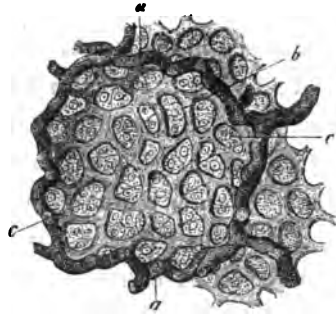


Fig. 148. Ein Lungenbläschen des Kalbs. a Grössere Blutgefässe, welche in den Scheidewänden der Alveolen verlaufen; b Kapillarnetz; c Epithelialzellen.

durch das dünne Häutchen der Alveolenwandung von der atmosphärischen Luft geschieden (b). Hier findet also der respiratorische Gasaustausch statt. Diese Haargefässe erscheinen gestreckt bei starker Ausdehnung der Lungenbläschen. Bei geringerer springen sie rankenartig in den Hohlraum ein. Wir werden an verwandte Verhältnisse des Muskels erinnert. Die Lungenvenen beginnen mit kleinen Aestchen in den interalveolären Scheidewänden. Zu stärkeren Stämmen allmählich zusammengetreten begleiten sie die Bronchialverästelung und die Verzweigung der Lungenarterie.

Die Bronchialarterien gelten als Ernährungsgefässe des Athmungsorgans. Doch existirt zwischen ihnen und der respiratorischen Lungenarterie keine haarscharfe Trennung.

Erstere versorgen die Wände der grossen Blutgefässe, die angrenzenden Lymphknoten, das Bindegewebe zwischen den Lungenläppchen und unter der Pleura. Endlich bilden sie Kapillarnetze der verschiedenen Wandungsschichten des ausführenden Bronchialsystems. Doch das oberste Netz der Mukosa stammt sonderbarerweise vom respiratorischen Gefässsystem ab.

Ein eigenthümliches Ding scheint es endlich mit den Bron-

chialvenen zu sein. Sie sind vermuthlich nur die Rückflusströhren der arteriellen Zweige der grösseren Bronchialäste, der Lymphknoten und der Pleura zunächst am Lungenhilus. Die venösen Wurzeln aus den Wandungen feinerer Bronchien senken sich dagegen in die respiratorischen Lungenvenen ein.

An Lymphgefässen ist die Lunge reich, sowohl unter der Pleura als im Bronchialsystem. Auch in den Lungenbläschen kommen lymphatische Lakunen vor, deren Abflusströhren die Blutgefässe hinterher umscheiden (Wywodzoff).

Als letztes haben wir noch die Epithelialauskleidung der Alveolen zu erörtern. Hierüber ist viel verhandelt worden. Der Embryo der Säugethiere und des Menschen führt einen zusammenhängenden Ueberzug platter protoplasmatischer gekernter Zellen. Jedoch nach der Geburt, mit eingetretener Luftathmung, ändert sich die Sache. Jetzt (Fig. 149) bewahrt nur

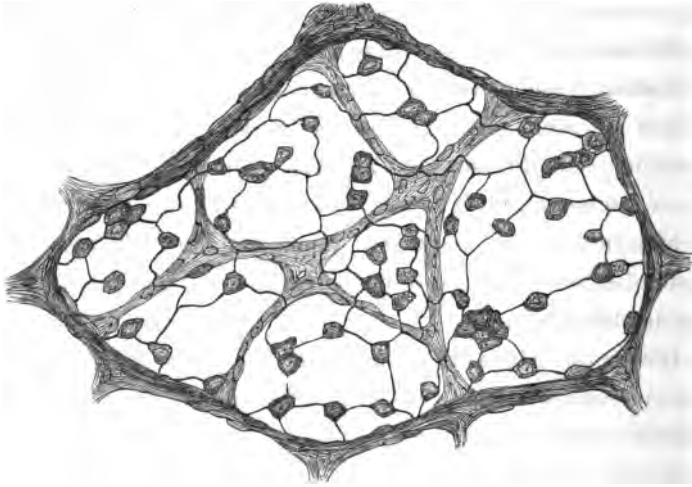


Fig. 149. Das Epithel aus dem Grundtheil eines unter der Pleura befindlichen Infundibulum der entwickelten Katze mit Höllestein behandelt.

noch ein kleineres Kontingent unserer Zellen die alte Beschaffenheit. Ueber den Hervorwölbungen der Lungengefässe und über allen anderen Vorsprüngen ist das epitheliale Element zu einer viel ansehnlicheren, protoplasma- und kernlosen Schuppe geworden.

Sechszehnte Vorlesung.

Die Niere mit den Harnwegen.

Der Bau der Säugethierniere ist ein höchst komplizirter. Ueberzogen wird das bohnenförmige Organ von einer wenig mächtigen, aber resistenten bindegewebigen Hülle. Am Hilus treten Blut- und Lymphgefäße aus und ein; ebenso verlässt hier der ausführende Kanal, der Harnleiter, unser Organ.

Die Niere (Fig. 450) besteht aus zweierlei Lagen, einer Rinden- und Marksubstanz. Erstere (oberhalb *f*) erscheint dem unbewaffneten Auge dunkler und gleichartig; letztere (*a b*), blasser, lässt ein radiales faseriges Gefüge erkennen. Sie springt bei den meisten Säugethieren mit einer einzigen grathartigen Zuspitzung in das Nierenbecken ein (*a*). Beim Menschen ist die Markmasse in eine Anzahl kegelförmiger Stücke getrennt, welche die Basen gegen die Rinde, die Spitzen gegen den Hilus zukehren.

Das sind die MALPIGHI'schen oder Markpyramiden. Als *Columnae Bertini* bezeichnet man Herabsenkungen der Rindenmasse zwischen den Seitentheilen jener Kegel.

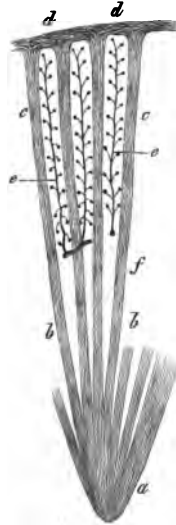


Fig. 150. Schema der Säugethierniere. *a* Papille; *b* gerade verlaufende Harnkanälchen des Markes; *c* sogenannte Markstrahlen der Rinde; *d* äusserste Rindenlage; *e* Rindenpyramiden mit der die Glomeruli tragenden Arterie; *f* Grenzschicht.

Rinde und Mark durchzieht ferner eine bindegewebige Gerüstsubstanz.

Das Element sowohl der Rinde als des Markes sind lange Drüsenröhren, die sogenannten Harnkanälchen oder *BELLINI'schen Röhren*.

Im Mark mannigfach sich theilend, laufen sie radiär (*b*). Durch die Rinde setzen sie sich von Strecke zu Strecke in Form gerade laufender Faserbündel (*c*) fort. Man nennt sie hier *Markstrahlen*.

Zwischen ihnen, freilich unvollkommen abgegrenzt, bleiben ansehnliche Stücke der Rindensubstanz (*e*), abgestutzten Pyramiden vergleichbar, übrig. Dieses sind die sogenannten *Rindenpyramiden*. In ihnen verlaufen die Drüsenröhrchen unter mannigfaltigsten Windungen, um zuletzt mit kolbiger Enderweiterung die hier allein vorkommenden *MALPIGHI'schen Gefäßknäuel* oder *Glomeruli* (Fig. 96) zu umfassen.

Beginnen wir nun die Erörterung des Einzelnen mit der innersten Abtheilung, mit den Spitzen der Markpyramiden, den Nierenwarzen oder *Papillae renales*. Hier allein, in Gestalt von 40 bis 30 Oeffnungen, mündet das ausführende Kanalwerk des so verwickelt gebauten Organes als ein System kurzer Gänge (Fig. 151 *a*). Denn sehr rasch hinterher kommt es zu spitzwinkliger Verzweigung in Aeste erster und zweiter Ordnung (*b c*) und noch ein paar Mal so fort. Das ganze gewinnt damit ein reiserartiges Ansehen. Die Gänge verschmälern sich in Folge dieser fortgehen-

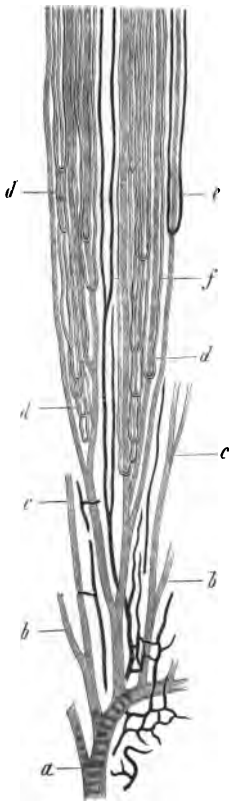


Fig. 151. Vertikalschnitt durch die Markpyramide der Schweinsniere (halbschematisch). *a* Stamm eines an der Pyramidenspitze mündenden Harnkanals; *b* und *c* dessen Astsysteme; *d* schleifenförmige Harnkanälchen; *e* Gefäßschleifen und *f* Verzweigung der *Vasa recta*.

den Theilung von 0,3 und 0,2 zu 0,05 mm. Etwa 4—5 mm von der Papillenspitze entfernt, erlischt jedoch der Theilungsprozess; die gestreckten Gänge behalten den Quermesser in langer Bahn jetzt unverändert bei.

Zwischen ihnen — und es ist eine Entdeckung HENLE's — kommt noch ein System weit feinerer schleifenförmiger Kanälchen (*d*) vor. Geben wir, um ein ferneres Verständniss zu erleichtern, dem aus der gewundenen Rindenpartie herabkommen- den und von ihr ausgehenden Schenkel den Namen des abstei- genden und dem zur Organoberfläche zurückkehrenden die Be- nennung des aufsteigenden Schenkels. Ersterer pflegt den geringeren, letzterer den grösseren Quermesser zu besitzen. Die Zahl der Schleifenkanäle nimmt zu in dem Maasse, als wir die Rindenschicht nach aufwärts gegen die Marklage durchmustern.

Der Endstamm des ausführenden Kanalwerks wird von dem bindegewebigen Gerüste der Papillenspitze eingegrenzt, und bleibt ohne *Membrana propria*. Letztere kommt allmählich an den Astsystemen zum Vorschein, und ist deutlicher sowie derber an den Schleifenkanälchen. Niedrige Zylinderzellen von 0,03—0,02 mm grenzen den Querschnitt des ausleitenden Gangsystems ein (Fig. 152 *a*). In den weiteren Astsystemen wird die auskleidende Zelle noch niedriger (bis zu 0,016 mm).

Verlassen wir jetzt für einen Augenblick den Ausfühungsapparat. For- schen wir nach dem sekretbildenden Theile der Niere.

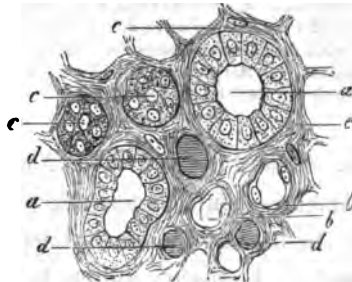


Fig. 152. Querschnitt durch eine Nierenpyramide des Neugeborenen. *a* Sammelröhren mit zylindrischem Epithel; *b* absteigender Schenkel der Schleifenkanälchen mit platten, *c* zurücklaufender Schenkel der Schleife mit körnigen Zellen; *d* Gefässquerschnitt; *e* bindegewebige Gerüstesubstanz.

Wenden wir uns also zu der Kortikalschicht unseres Organs, und sehen wir vor allen Dingen die sogenannten Rindenpyramiden (Fig. 150 *e*) näher an. Sie zeigen in der Axe einen Ast der

Arteria renalis, welchem die Glomeruli mit seitlichen Zweigen aufsitzen, wie dem Stiel der Traube die Weinbeeren (Fig. 150 e, Fig. 155).

Eine Rindenpyramide aber — wir wiederholen früheres — besteht des Uebrigen gänzlich aus gewundenen Harnkanälchen. Sie nehmen also ihren Anfang mit einem ballonförmigen Stück, welches den Glomerulus umhüllt, wie der Beutel den Schwamm. Das ist die MÜLLER'sche oder BOWMAN'sche Kapsel. Ihren verengten Uebergang in das Harnkanälchen (den sogenannten Hals) hat man erst in verhältnissmässig später Zeit entdeckt.

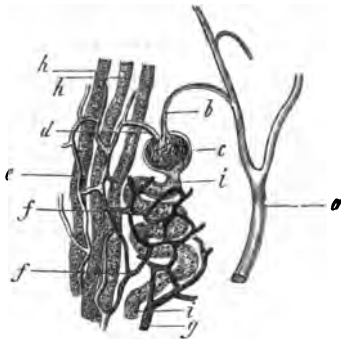


Fig. 153. Aus der Niere des Schweins (halbschematisch). a Arterienzweig; b zuführendes Gefäss des Glomerulus c; d Vas efferens; e Zerfall desselben zu dem gestreckten Haargefässnetz des Markstrahls; f rundliches der gewundenen Kanäle; g Anfang des Venenzweigs.

Nur die äusserste Rindenpartie unseres Organs (HYAL nannte sie *Cortex corticis*) entbehrt dieser eigenthümlichen Gefässknäuel (Fig. 150 d, Fig. 155 d).

Die Innenfläche jener Kapsel trägt eine Auskleidung grosser flacher Endothelzellen.

Die Oberfläche des Glomerulus zeigt eine Umhüllung kleinerer und weniger niedriger Zellen.

So fand ich es früher. Nach HEIDENHAIN sind indessen letztere Elemente ebenfalls ganz abgeplattet.

In den gewundenen Harnkanälchen treffen wir ein trübes körniges, kubisches Epithel bei sehr verengtem Lumen.

Verfolgen wir jenes Drüsenröhrchen nach abwärts, so sehen wir es einen gestreckten geraden Verlauf annehmen. Anfänglich bleibt das Ding noch weit und die Drüsenzellen unverändert. Dann, in die Markmasse eingedrungen, verengt es sich gewaltig, es wird jetzt zum absteigenden engen Schenkel des HENLE'schen Schleifenkanälchens. Eine merkwürdige Umwandlung der epithelialen Auskleidung ist aber dabei vorgegangen; ganz dünne, flache

Schüppchen, wie Gefässendothel erscheinend, kleiden den Gang nun aus (Fig. 152 b).

Verfolgen wir die Schleife weiter, so gelangen wir in den aufsteigenden weiteren Schenkel. Sein Epithel ist wieder das alte trübe drüsige der gewundenen Harnkanälchen, was wir gegen LUDWIG aufrecht erhalten müssen.

Der rücklaufende Schenkel geht zuletzt in der Rinde — bald tiefer, bald der Oberfläche ganz nahe — in ein erweitertes darmartig gewundenes Ding, das sogenannte »Schaltstück« über. Diese Schaltstücke münden in Mehrzahl in ein Sammelröhrchen ein; und letztere treten zu stärkeren Gängen zusammen. Das Ganze des Nierenzusammenhangs liegt also vor.

Ueber das trübe Epithel der gewundenen Harnkanälchen sowie des rücklaufenden Schleifenschenkels sammt dem Schaltstück hat in neuester Zeit HENDENHAIN eine interessante Entdeckung gemacht. Es trägt nämlich die Zelle einen ganz eigenthümlichen Charakter. Ihr Protoplasma ist grossentheils in eine beträchtliche Zahl sehr feiner Zylinderchen oder Stäbchen umgewandelt. Um den Kern, welchen diese »Stäbchenzellen« umhüllen, erhält sich ein Rest unveränderten Protoplasmas, ebenso zwischen den Stäbchen. Letztere, mit welchen die Drüsenzellen der Membrana aufsitzen, geben dem Querschnitt der betreffenden Harnkanälchen ein radiär-streifiges Ansehen.

Die Markstrahlen durchbrechen im Uebrigen die Rinde, wie Gruppen dicht neben einander eingeschlagener Stifte ein Brett. Ihre Bestandtheile sind zweierlei Art. Einmal erhalten wir die kortikalen, bis zur Nierenoberfläche strebenden Ausläufer des ausführenden Kanalwerks der Markmasse; dann gesellen sich ihnen mit geringerem Quermesser die oberen Partien der aufsteigenden Schleifenkanälchen zu.

Ich kann nicht voraussetzen, dass der hochverwickelte Bau der Säugethier- und Menschenniere Jedem hiermit verständlich sei. Wiederholen wir also nochmals in Kürze. Aus dem Glomerulus (Fig. 154 g) und gewundenen Rindenkanälchen (f) gelangt das

Sekret in den absteigenden (engeren) Schenkel (*e*) und von diesem in den aufsteigenden (*d*). Aus letzterem durch das Schaltstück

(*c*) dringt das Sekret in das ausführende Gangsystem (*b* und *a*). Solch langen Weg durchläuft also unser Harn!

Die Gerüstmasse besteht in der Rinde aus einem dürrtigen Fachwerk eines zusammenhängenden unentwickelten Bindegewebes. Etwas stärker wird letzteres in der Marksubstanz, namentlich nach abwärts (Fig. 152 *e*). Zellen fehlen nicht.

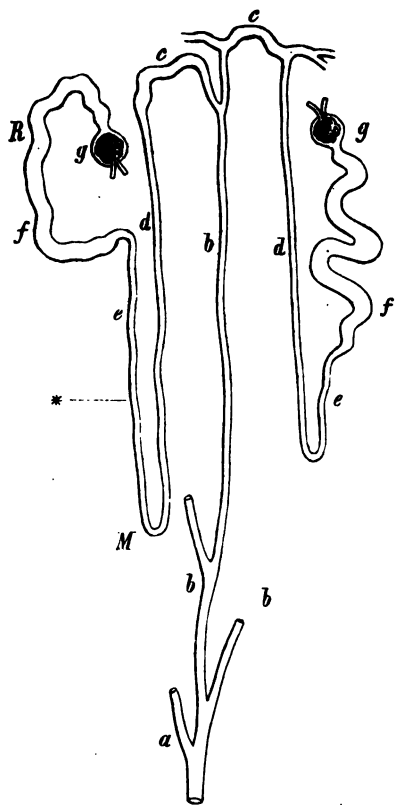
Es sind uns noch die Blut- und Lymphgefäße des Organs übrig geblieben.

Die erstere Gefässanordnung (Fig. 155) ist abermals der verwickeltsten eine. Einzelne Verschiedenheiten der Meinung herrschen begreiflicherweise hier noch immer.

Arterien und Venenäste dringen beim Menschen vom Hilus aus ins Innere unter weiterer Verästelung. Nach Abgabe von Zweigen zur Kap-

Fig. 154. Schema der Harnkanälchen im Vertikalschnitt der Niere. *R* Rinde; *M* Mark; * Grenze; *a* ausführendes Gangwerk mit den Astsystemen *b*; *c* Uebergangskanäle (oder Schaltstücke) in dem aufsteigenden oder rücklaufenden Schenkel *d*; *e* absteigendes; *f* gewundenes Harnkanälchen der Rinde; *g* Kapsel mit Gomernulus.

sel durchbohren sie letztere ausserhalb der Nierenkelche, in der Regel ein arterieller Ast begleitet vom venösen. So gelangen sie zwischen den Markpyramiden zu den Basen der letzteren (*a h*). Hier kommt es zu bogenartigen Anordnungen, unvollkommenen für die Arterien als die Venen.



Aus den Arterien entspringen jetzt (*b*) die knaueltragenden Aeste, welche, den Axentheile der Rindenpyramiden einhaltend, bis zur Oberfläche laufen, und seitlich die *Vasa afferentia* der Glomeruli (*c*) abgeben. Bei niederen Thieren, z. B. dem Frosch, der Natter, bildet der letztere eine einzige knauelförmige Windung. Bei Mensch und Säugethier (Fig. 96) begegnen wir dagegen innerhalb letzterer den schon S. 104 erwähnten spitzwinkligen Theilungen, welche hinterher zum einfachen *Vas efferens* sich vereinigen.

Dieses (Fig. 153 *d*, Fig. 155) löst sich nun in eigenthümlicher Weise zum Haargefässnetz auf (Kry), und zwar zunächst zum längsmaschigen der Markstrahlen (Fig. 153 *e*, Fig. 155 *e*). Aus der Peripherie desselben setzt sich dann ein rundliches Maschenwerk etwas weiterer Röhren zu den gewundenen Harnkanälchen der Rindenpyramiden fort (Fig. 153 *f*, Fig. 155 *g*).⁵

Die äusserste Rindenlage, HARTL'S *Cortex corticis*, erhält ihr Blut von den ausführenden Gefässen höchst gelegener Glomeruli und den Endästen der knaueltragenden Arterien (Fig. 155 *d*).

Gehen wir zu den Venen der

Frey, Grundzüge.

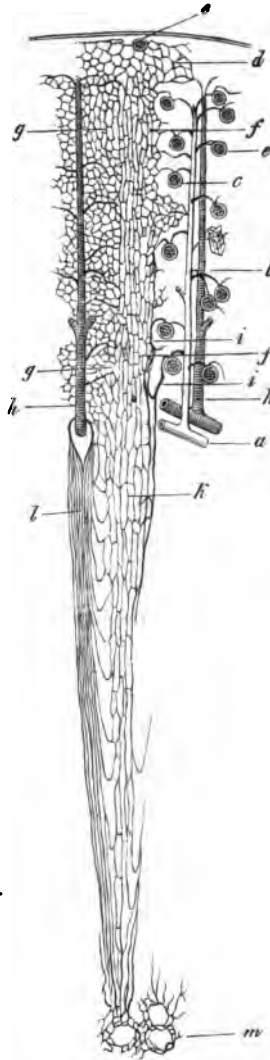


Fig. 155. Die Gefässanordnung der Niere im Vertikalschnitt. *a* Arterienast an der Grenze von Rinde und Mark; *b* knaueltragende Arterie; *c* *Vasa afferentia* der Glomeruli; *d* Kapillarnetz der äussersten Rindenschicht; *e* Vene dieser Stelle; *f* gestrecktes Kapillarnetz der Markstrahlen; *g* rundliches um die gewundenen Harnkanälchen der Rindenpyramiden; *h* Venenzweig der Rinde; *i* ausführende Gefässe tiefsten Glomeruli; *k* ihr Kapillarnetz; *l* venöse Röhren des Marks; *m* Kapillarnetz der Papille.

Rinde über. Ganz oberflächlich erscheinen sternförmige Venenwurzeln, die sogenannten *Stellulae Verheyenii* (e). Dann bildet sich mit jenen Sternen zusammenhängend in der Rindenpyramide ein langer, der knaueltragenden Arterie enge anliegender Venenstamm (h). In seine regelmässigen Seitenzweige mündet also das rundliche Kapillarnetz der Rindenpyramiden ein. Er selbst senkt sich an der Grenze von Rinde und Mark in die venösen Bogengefässe, deren wir oben gedachten.

Soweit steht Alles fest. Nun aber herrschen für die Gefässverhältnisse des Marks Verschiedenheiten der Ansichten. Langgestreckte Gefässbüschel, welche in der obersten Partie der Markmasse, der sogenannten Grenzschrift (Fig. 150 f), auftreten, nennt man *Vasa recta* (Fig. 154 f, 155 k und l). Sie gehen einmal bald höher oben, bald tiefer abwärts schleifenartig schlingenförmig in einander über, und könnten mit Schleifenkanälchen der Harnwege verwechselt werden (Fig. 154 e). Dann bilden unsere *Vasa recta* um die Mündungen der Harnkanäle an der Spitze der Markpyramiden ein zierliches Netz (Fig. 155 m).

Vielfach — wenn auch nicht vorwiegend — tragen jene *Vasa recta* einen venösen Charakter (l); sie sind eben Fortsetzungen des Kapillarnetzes der Rindenpyramiden.

Dann — und wir halten diese Zuflussquelle für die wichtigere — entstehen die Markgefässe durch Zerfall der *Vasa efferentia* tiefster Glomeruli (Fig. 155 i).

Unerheblich sind dagegen unserer Meinung nach sehr vereinzelte arterielle Zweige, welche vor Abgabe der Glomerulusäste schon die knaueltragende Arterie verlassen haben. Manche Forscher haben diesen sogenannten *Arteriolae rectae* dagegen grosse Bedeutung beigelegt.

Aehnlich gestaltet sich die Vereinigung der *Vasa recta* zu Venenwurzeln (l). Diese haben vielfach einen quastenartigen Charakter. Ihre Zuflussröhren sind die rücklaufenden Schenkel der Schleifengefässe und die abführenden Kanäle der Papillenspitze. Die Einsenkung unserer Venenwurzeln geschieht theils in das

untere Endstück der Rindenvenen, theils in die bogenartigen Verbindungen an der Grenze von Rinde und Mark.

Die Lymphbahnen kennen wir für die Hundeniere (LUDWIG und ZAWARYKIN). Sie nehmen die Interstitien eines unter der Kapsel befindlichen spaltenreichen Bindegewebes ein, stehen von hier aus mit den Kapselbahnen in Verbindung, und formen dann in der Rindenpyramide feinere tiefere Gänge zwischen Harnkanälchen, Kapseln der Glomeruli und Blutgefässen. Später, im Injektionsversuche, füllen sich die engeren Gänge des Markstrahles und zuletzt die Lymphwege der Marksubstanz selbst. Das Ganze erinnert an die Anordnung im Testikel (s. unten). Klappenführende ächte Lymphgefässe erscheinen aber erst an der Ausfuhrpforte, am Hilus.

Eine Frage tritt an uns heran. Welcher der beiden Gefäßbezirke, derjenige des Glomerulus oder das die Harnkanälchen umspinnende Netz sondert den Harn ab? Man hat dem Glomerulus diese Rolle überwiesen, und dem Kapillarnetz der Harnkanälchen nur die Bedeutung einer resorbirenden Einrichtung ertheilt (LUDWIG). Nach einer anderen Ansicht (BOWMAN) sondern aber die Glomeruli vorzugsweise das Wasser ab, und die Zellen der Harnkanälchen als ächte Drüsenzellen liefern die bezeichnenden festen Bestandtheile des Urin, welche das vorbeiströmende Wasser auswäscht. Bedeutungsvoll für diese BOWMAN'sche Theorie ist eine neue, und wie ich sagen kann, richtige Beobachtung HEIDENHAIN's. Indigschwefelsaures Natron, in die Venen eines lebenden Säugethieres eingespritzt, wird nicht durch die Glomeruli, sondern durch die gewundenen Drüsenkanälchen der Rindenpyramiden ausgeschieden.

Sehen wir endlich noch rasch nach den fortleitenden Harnwegen.

Nierenkelche und Nierenbecken zeigen eine bindegewebige Aussenschicht, eine mittlere Lage gekreuzter glatter Muskeln (namentlich des Nierenbeckens), dann eine Mukosa mit dem

S. 33 erwähnten Plattenepithel. Auch Schleimdrüsen können vorkommen.

Im Ureter wird die Muskulatur stärker. Eine Aussenschicht zeigt longitudinale, eine Innenlage quere Fasern. Nach abwärts kommt eine dritte innerste Längslage hinzu. Die Harnblase besitzt verwandten Bau. Die Muskelschicht, bedeutend mächtig, besteht aus schiefen und queren netzartig verbundenen Faserbündeln. Als stärkere Ringschicht am Blasenhalss erscheint der *Sphincter vesicae*. Ueber Scheitel und vordere Wand des Organs laufen die Längszüge des *Detrusor urinae* hin. Schleimhaut und Plattenepithel bleiben gleich. Einfachen Schleimdrüsen begegnet man ebenfalls.

Die weibliche Harnröhre, Urethra, bildet eine längsfaltige, Papillen besitzende Mukose dar. Die letztere, sehr blutreich, führt abermals zahlreiche Schleimdrüsen, deren grössere den Namen der Littre'sche tragen. Eine stark entwickelte Muskellage besteht aus längs- und querlaufenden Fasern. Das Epithel ist ein geschichtetes plattenförmiges.

Siebzehnte Vorlesung.

Die weibliche Generationsdrüse, der Eierstock mit den ausführenden Theilen.

Das wichtigste Stück des weiblichen Geschlechtsapparates bildet ein sonderbar gebautes Organ, der Eierstock, Ovarium. Seine Gestalt ist plattoval, zuweilen bohnenförmig, so dass ein Hilus mit ansehnlichen ein- und austretenden Blut- und Lymphgefässen herauskommt.

Man kann am Ovarium eine Art Marksubstanz, d. h. eine bindegewebige, ungemein blutreiche Masse oder die Gefässzone WALDEYER's, und dann eine umlagernde drüsige Schicht, die Parenchymzone, unterscheiden.

Die Markmasse beginnt am Hilus. Sie erinnert durch die mächtigen Gefässbahnen an das später zu besprechende kavernöse Gewebe der Harn- und Geschlechtswege. Aeusserlich strahlt jene in ein die drüsige Rindenlage durchsetzendes Fachwerk aus. An der Oberfläche des Organs tritt das letztere wieder zu festerer kontinuierlicher Masse zusammen (Fig. 156 b). Ueberzogen wird der ganze Eierstock von einer einfachen Lage niedriger Zylinderzellen (a). Das Ding, früher irrthümlich eine Serosa genannt, trägt jetzt den Namen des Keimepithel, eine Bezeichnung, deren Richtigkeit wir später kennen lernen werden.

Wir haben zunächst den drüsigen Bestandtheilen des Ovarium, als den bei weitem wichtigeren, Rechnung zu tragen.

Unter der festeren bindegewebigen Grenzlage begegnen wir einer fast gefässlosen Schicht jüngster Eichen, der kortikalen oder der Zone der Primordialfollikel (Fig. 156 c).

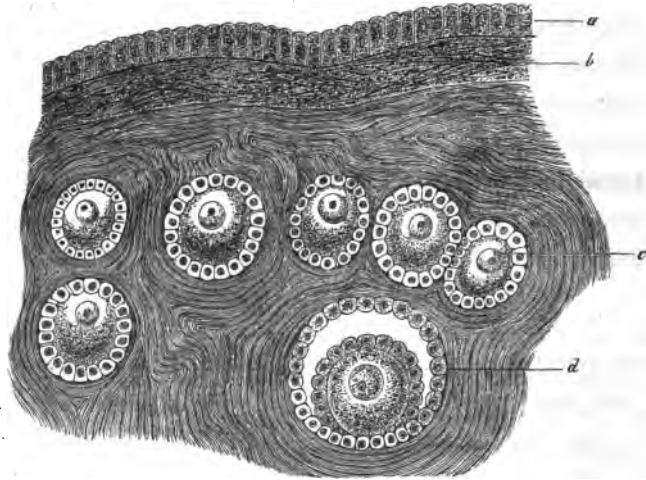


Fig. 156. Eierstock des Kaninchens. *a* Keimepithel (angebliche Serosa); *b* Rinden- oder äussere Faserlage; *c* jüngste Follikel; *d* ein etwas weiter ausgebildeter älterer.

Hier entdecken wir die schon Fig. 5 dargestellten jungen Eizellen, schöne kuglige Elemente ($0,0587\text{ mm}$ gross) mit elegantem kugelförmigen und bläschenartigen Kern ($0,0226\text{ mm}$). Ein hüllenloses, Fettkörnchen bergendes Protoplasma stellt den Zellenleib her. Umgeben ist jedes dieser Eichen von einem Kranze kleiner gekernter Zellen. Eingehüllt wird Alles zuletzt von Bindegewebe. Das sind die sogenannten primordialen Follikel, welche hier, oft recht gedrängt vorkommend, einen ganz enormen Ueberschuss der Eikeime darbieten.

Andere Primordialfollikel (Fig. 5. 2) werden grösser; das Eichen, das mittlerweile ebenfalls etwas zugenommen hat, erscheint von glasheller dickerer Schaaie umgeben. Die umhüllenden kleinen Zellen bilden nun eine doppelte Reihe (*a*).

In weiterer Entwicklung trennen sich aber beide Zellschichten von einander; es entsteht somit ein kleiner, mit eiweisshaltiger, klarer Flüssigkeit erfüllter Hohlraum (Fig. 156 *d*).

Letzterer wird im heranwachsenden Follikel grösser und grösser. Die kleinen Zellen vermehren sich, und stellen allmählig ein geschichtetes Epithel her. An einer Stelle liegt, der Wand angedrängt und von einem Haufen jener Zellen umhüllt und gehalten, das Ei. Ein entwickeltes Gefässnetz hat sich inzwischen in der Follikelwandung ebenfalls entwickelt.

Der normale Eierstock enthält endlich noch eine geringe Anzahl reifster Drüsenkapseln (12—20). Das sind die schon in alter Zeit durch DE GRAAF entdeckten GRAAF'schen Follikel (Fig. 157).

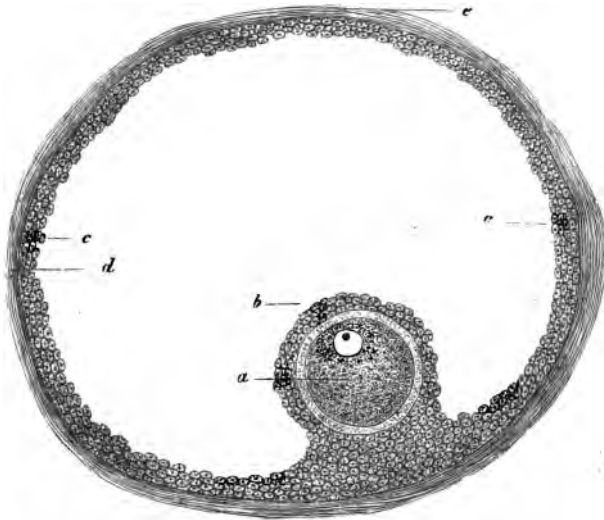


Fig. 157. Reifer Follikel. *a* Ei; Epithellage dasselbe umhüllend *b* und den Innenraum auskleidend *c*; *d* bindegewebige Wand; *e* Aussenfläche des Follikels.

Ihre Grösse wird durch das Ausmaass des Säugethieres in etwas bedingt. Beim Menschen erreichen sie zuletzt 6—9 mm.

Die Wand besteht aus doppelter Lage, einer inneren mit dichtem Kapillarnetz und einer äusseren mit der Ausbreitung stärkerer Blutgefässe. Die Wand selbst (*e d*) ist unentwickeltes Bindegewebe. Man begegnet hier wiederum den S. 58 erwähnten körnigen Bindegewebszellen. Sie können mantelartig die Gefässe umgeben. Die kleinen Epithelzellen des Follikels messen 0,0074 bis 0,0113 mm (*c*).

An einer Stelle, meist in der Tiefe des Follikels (SCHRÖN, HIS), doch zuweilen auch an der Oberfläche, also dem Keimepithel zugekehrt (WALDEYER), begegnen wir, umhüllt von stärkerer Epithelialschichtung (b), dem reifen Ei (a).

Dasselbe bleibt beim Säugethier ungewöhnlich klein, 0,2—0,3 mm im Durchmesser. So erklärt es sich, dass erst im Jahre 1827 ein hochverdienter Forscher, K. E. von BAER, die Entdeckung machte. Uns erscheint das fast unbegreiflich; denn ein scharfes Auge sieht das dem zerrissenen Follikel entnommene Eichen als ein weisses Pünktchen ohne jede Lupe. Indessen der Nachfolger steht auf den Schultern des Vorgängers.

Bleiben wir noch einen Augenblick bei dieser wichtigsten aller Zellen (Fig. 158) stehen, ohne welche es keine höhere Thierwelt geben würde. Reinigen wir es von den ansitzenden, jetzt zylindrisch gewordenen Zellen der Epithelialumhüllung, so fällt uns vor Allem als dicke (0,009—0,0443 mm) resistente wasserhelle Kapsel die sogenannte *Zona pellucida* oder das Chorion auf (a). Es ist ein nach einwärts abgelagertes Produkt umhüllender kleinerer Zellen und bei starken Vergrösserungen von feinsten radialen Gängen, sogenannten Porenkanälchen, durchzogen.

Der Zellenkörper (b) ist eine dickflüssige, mehr oder minder trübe Masse. Körnchen eiweissartiger Stoffe erblicken wir da, ebenfalls kleine Fetttropfchen. Die Menge letzterer kann bei manchen Säugethieren gross und die Masse dunkler und dunkler werden. Man nennt diesen Zellenleib bekanntlich den Dotter, Vitellus.

Der Zellenkern (c) fesselt durch seine elegante, von feinsten Linie begrenzte Kugelgestalt unsere Aufmerksamkeit. Er liegt jetzt exzentrisch; sein Durchmesser beträgt 0,0377 bis

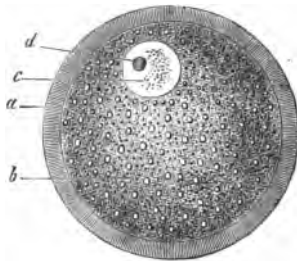


Fig. 158. Reifes Kaninchenei. a Zona pellucida; b Dotter; c Keimbläschen; d Keimfleck.

0,0454^{mm}. Man hat ihn mit dem Namen des Keim- oder PUNKINJE'schen Bläschens versehen.

In ihm, fast immer in Einzahl, bemerken wir endlich das Kernkörperchen (*d*), ein fettartig erglänzendes Korn von 0,0046—0,0068^{mm} Ausmaass. Es trägt den Namen des Keimflecks oder des WAGNER'schen Flecks, der *Macula generativa* *).

Die Blutgefässe des Ovarium gelangen also, wie wir schon oben erwähnten, vom Hilus aus in die Markmasse. Sie gewinnen hier alsbald solche Entwicklung, dass das Bindegewebe eine relativ schwache Verbindungssubstanz herstellt. Mit letzterem Gewebe verwachsen ist die Aussenfläche der Venen. Spindelzellen des Bindegewebes dürften muskulös sein; denn der Eierstock ist kontraktile (HIS, FREY). Von dem Mark schieben sich ferner zahlreiche und elegante Gefässausbreitungen zwischen die Follikel der Rinde vor, sie mit dem bereits geschilderten Netzwerk umspinnend. Nur die Kortikalzone verarmt sehr an Blutströmen, wie wir auch schon wissen.

Einen beträchtlichen Reichthum lymphatischer Bahnen treffen wir ebenfalls in der Markmasse. Ein Netzwerk derselben umspinnt auch den Follikel.

Der sogenannte Nebeneierstock, das Paroarium, stellt den Rest der embryonalen Urniere oder des WOLFF'schen Körpers dar. Das Ding besteht aus bindegewebigen, von Wimperzellen bekleideten Gängen.

Auch der Eierstock nahm einmal von jener Urniere seinen Ausgang, und die bleibende gewöhnliche Niere vom ausführenden Gang letzterer Drüse. Wir können darauf hier leider nicht weiter eintreten; wir bemerken nur, dass nach WALDEYER beim

*) Wir haben soeben ganz gewöhnliche Dinge mit besonderen Namen versehen kennen gelernt. Diese Nomenklatur stammt aus einer älteren Epoche der Embryologie. Es heisst ferner die Follikelwand *Theca*; ihre epitheliale Auskleidung hat man als *Formatio* oder *Membrana granulosa* und die das Ei umgebende Zellenmasse als *Cumulus proligerus* bezeichnet.

Hühnerembryo frühzeitig an der inneren Seite der Urniere eine Epithelialverdickung erscheint, in welche das Bindegewebe jenes Organs hügelig eintreibt. Letzteres wird zur Gerüstmasse des Dings; aus ersterem entstehen Keimepithel, Epithelzellen der GRAAF'schen Follikel und, als begünstigte Töchter der letzteren, die Eier.

Diesen Abschnitt der Entwicklung versinnlicht unsere Fig. 159, eine Kopie aus WALDEYER's ausgezeichneten Monographie.

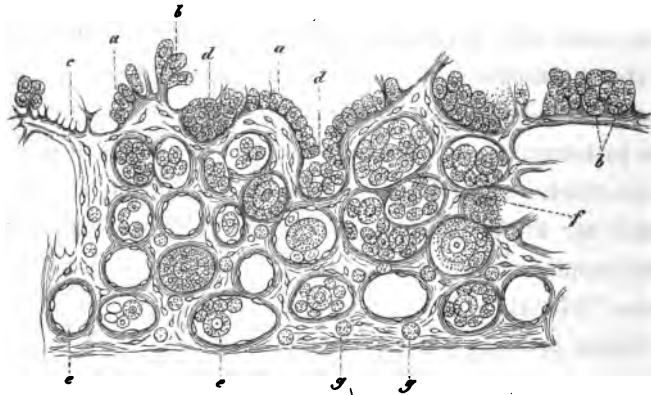


Fig. 159. Der Eierstock eines menschlichen Fötus von 32 Wochen senkrecht durchschnitten. *a* Keimepithel; *b* jüngste in diesem gelegene Eizellen (Primordialeier); *c* ein wachsender Bindegewebsbalken; *d* Epithelzellen in Einsenkung begriffen; *e* jüngste Follikel; *f* Ei- und Keimepithelzellen in Gruppen; *g* Lymphoidzellen.

Die ersten embryonalen Ovula, die »Ureier«, sind also epithelialer Herkunft.

Schon vor WALDEYER hatte PFLÜGER für den Eierstock des gebornen Geschöpfes interessante Aufschlüsse gewonnen.

Zeitweise, kurz nach der Geburt, dann gegen die Zeit des Werfens beim erwachsenen Säugethier, macht sich die alte embryonale Verwandtschaft wieder geltend. Das Keimepithel wuchert abermals zapfenartig in die Tiefe, und trennt sich zuletzt von der Ursprungsstätte. So entstehen unregelmässige, zuweilen strang- und zylinderähnliche Massen. Es sind dieses PFLÜGER's

Follikelketten. Ich habe das Ding Eistränge genannt (Fig. 160). In ihrer Axe begegnen wir einzelnen der Epithelzellen herangewachsen zu Eiern. Durch Abschnürung (2 a) entstehen neue GRAAF'sche Bläschen.

Was wird aber aus den Eierstocksfollikeln?

Vor der Geschlechtsreife scheinen sie mannigfach durch Fettdegeneration und wohl auch unter Kolloidumwandlung zu Grunde zu gehen (SLAVJANSKY, FREY). Auch in der Fortpflanzungsperiode dürfte noch ein Theil der Follikel dem gleichen Untergang anheimfallen.

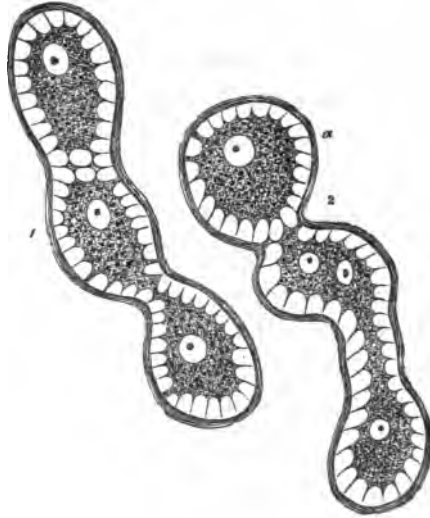


Fig. 160. Follikelketten aus dem Eierstock des Kalbes. 1 mit in Bildung begriffenen Eiern. 2 bei a Abschnürung zum GRAAF'schen Bläschen zeigend.

Andere trifft dagegen später ein abweichendes Geschick. Es erfahren nämlich die zur Oberfläche des Eierstocks vorgedrängten reifsten Follikel ein Zerplatzen; natürlich nach der Stelle des geringsten Widerstandes, also gegen die Oberfläche hin. Die Follikelflüssigkeit mit dem Eichen verlässt durch die gerissene Ausgangspforte das Organ. Der geborstene Follikel gestaltet sich zum sogenannten gelben Körper, *Corpus luteum*, d. h. — um uns verständlicher auszudrücken — er kehrt durch einen verwickelten Vernarbungsprozess zur bindegewebigen Gerüstmasse zuletzt spurlos zurück.

Beim menschlichen Weibe zerspringt normal der Follikel in der Menstruationsperiode; bei Säugethieren in der Zeit der Brunst.

Das aus dem Ovarium befreite Eichen, aufgenommen vom Ovidukt, erfährt hier die bekannte Theilung der umkapselten Zelle (S. 16). Ohne Befruchtung erlahmt jener Vermehrungsakt

indessen bald. Tritt erstare ein, so setzt sich das alte Leben lustig und energisch fort. Aus der unkapselten Eizelle wird zuletzt ein Haufen sehr zahlreicher kleiner Zellen. Aus diesen lebendigen Bausteinen erbaut sich der neue Thierkörper, ungefähr etwa wie der Architekt aus den Steinen sein Haus herstellt. Doch die letzteren, die todtten, sind von allen Seiten herbeigeschafft worden, die ersteren bilden Urabkömmlinge einer einzigen Zelle, Glieder einer lebendigen Verwandtschaft. Das ist der Unterschied des Lebendigen und des Todten.

Die Eileiter, Ovidukte (FALLOPI'sche Röhren), besitzen unter dem serösen Ueberzuge längs- und querlaufende glatte Muskulatur. Die Schleimhaut, drüsenlos*), springt in ein gewaltig verwickeltes Papillen- und Faltensystem vor. Ein Flimmerepithel deckt die Innenfläche.

Der Fruchthälter, Uterus, erfährt durch Menstruation und Schwangerschaft höchst bedeutende anatomische Umänderungen. Kaum dürfte es, vielleicht neben dem Eierstock, ein Organ geben, welchem so sehr der Stempel eines wuchernden Bildungslebens aufgedrückt ist, als die Gebärmutter.

Longitudinale, quere und schiefe glatte Muskulatur bildet ihre Fleischmasse. Kreisförmig entwickelt stellt sie zuletzt den *Sphincter uteri* her.

Die Schleimhaut — ihr Gewebe erinnert an lymphoide Binde-substanz — ist von Flimmerepithel bekleidet. Im Hals beginnt nach abwärts das geschichtete Plattenepithel der Scheide. Die Mukosenoberfläche ist bald glatt (Grund und Körper) bald mit Querfalten versehen (oberer Theil des Cervix), bald in Papillen vorspringend (Endstück des Cervix).

Dem Fundus und Körper des Fruchthälters kommen, allerdings manchem Wechsel unterworfen, die schlauchförmigen vielfach geschlängelten Uterindrüsen zu. Sie tragen eine Aus-

*) Alle Versuche, hier Nerven aufzuweisen, blieben bis zur Stunde erfolglos.

kleidung flimmernder Zylinderzellen (Lorr). Nach abwärts verschwinden unsere Drüsen.

Das Blutgefäßsystem des Uterus ist ein mächtig entfaltetes. Die weiten Venen sind mit dem Gewebe des ersteren verwachsen und auf Durchschnitten klaffend.

Auch der Lymphapparat gewinnt eine grosse Ausbildung, namentlich im losen Schleimhautbindegewebe, dann aber ferner in der Muskelschicht und endlich in der subserösen Lage (LEOPOLD). Auch das steht mit jenem wuchernden Bildungsleben im schönsten Einklang.

Die gewaltige Vergrößerung des schwangeren Uterus besteht in erster Linie auf einer Zunahme der Muskulatur. Hierbei lagert die alte Schleimhaut als sogenannte hinfallige Haut, Decidua, dem Ei sich auf, während eine neue Mukosa, zum Ersatz bestimmt, sich mittlerweile in der Tiefe gebildet hat. Doch Manches ist da noch unklar, und bei den einzelnen Gruppen der Säugethiere begegnen wir grossen Verschiedenheiten.

In der Scheide, Vagina, erhält man äussere ringförmige und innere längslaufende Muskulatur. Die Schleimhaut zeigt zahlreiche Höcker und Falten, *Columnae rugarum*. Sie bleibt drüsenlos, und wird von geschichtetem Plattenepithel bedeckt.

Das Hymen ist eine blutreiche Duplikatur der Mukosa.

Die Klitoris besteht im Präputium aus Schleimhautgewebe; ebenso überzieht ein solches mit zahlreichen Papillen die weibliche Glans. Die kavernenösen Körper und Vorhofszwiebeln erinnern an das gleiche Gewebe des Mannes.

Die kleinen Schamlippen, Nymphen, sind fettlose Schleimhautfalten mit reichlichen Papillen und Talgdrüsen.

Die fettreichen *Labia majora* haben nach innen die Beschaffenheit der Mukosa, nach aussen der Lederhaut.

Im Vorhof und Scheideneingang kommen zahlreiche Schleimdrüsen vor. Grössere derartige Organe sind die DUVERNEY- oder BARTHOLINI'schen Drüsen.

Die Milchdrüse, im männlichen und weiblichen Körper ursprünglich gleichartig angelegt, kommt im ersteren nicht zur Ausbildung und im letzteren auch nur nach einer längeren Zeit der Ruhe, dann erst, wenn eine Schwangerschaft eintritt.

Wir erkennen in der Milchdrüse eine Anhäufung einzelner traubiger Drüsen, welche mit zahlreichen (18, 20 und mehr) Kanälen, den sogenannten »Milchgängen«, ausmünden.

Untersuchen wir das Ding in früherer Lebenszeit, so besteht unser Organ allein aus einem verzweigten Gangwerk. Dasselbe ist nach aufwärts hohl, nach unten in seinen kolbigen Endtheilen von dicht gedrängter Zellenmasse vollständig ausgestopft. Noch fehlen die eigentlichen, der Absonderung bestimmten Drüsenbläschen oder Acini. So verhalten sich in den Tagen der Kindheit die männliche und weibliche Milchdrüse; doch die letztere schreitet allmählig in der Entwicklung etwas voraus.

Der Eintritt der Pubertät influirt das männliche Organ nicht, wohl aber das weibliche. Hier kommt es zur knospenartigen Erzeugung zahlloser Endbläschen. Sie geben, unterstützt von Fettzellenentwicklung, der heranreifenden weiblichen Brust die Wölbung. So ist die weibliche Drüse nunmehr vorbereitet für eine kommende mögliche Thätigkeit. Aber erst mit der Schwangerschaft und gegen das Ende derselben erhält der milchabsondernde Apparat seine volle Entfaltung.

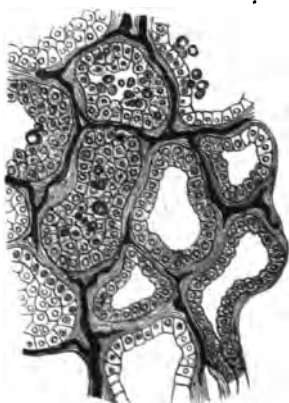


Fig. 161. Drüsenbläschen eines säugenden Weibes mit Zellen und Haargefässen.

Betrachten wir nunmehr das Organ auf der Höhe seiner Thätigkeit aus dem Körper des säugenden Weibes (Fig. 161).

Die Drüsenbläschen, rundlich oder verlängert (0,4128—0,4872 mm), werden von einer mit platten Sternzellen versehenen

Membrana propria geformt. Sie tragen eine einfache Auskleidung niedriger Zylinderzellen (von $0,0413\text{ mm}$). Auch hier hat man durch Injektion jene feinsten Sekretionskanälchen zwischen den Zellen angetroffen, deren wir schon früher S. 144 gedachten.

Das ausführende Gangwerk besitzt ebenfalls ein Zylinderepithel. Wie weit das fettreiche Sekret unseres Organs, die Milch, durch den Untergang der Drüsenzelle bedingt ist, oder ob letzteres Gebilde nicht die erzeugten oder übernommenen Fettmassen aus dem hüllenlosen, kontraktilen Zellenleib einfach ausdrängt — darüber sind genauere Untersuchungen erforderlich.

Im Alter verliert die weibliche Milchdrüse ihren Sekretionsapparat. Sie reduziert sich auf das alte Gangsystem einer längst vergangenen kindlichen Zeit (LANGER).

Das Kolostrum (wir gedachten seiner schon früher Fig. 124) enthält neben von eiweissartiger, dünnster Hülle umschlossenen Fettbläschen noch Drüsenzellen und Zellentrümmer von $0,0454$ — $0,0564\text{ mm}$ Ausmaass. Die gewöhnliche Milch späterer Tage beherbergt nur erstere Elemente, die sogenannten Milchkügelchen. Letztere Grösse schwankt etwa von $0,0023$ — $0,009\text{ mm}$.

Achtzehnte Vorlesung.

Die männliche Geschlechtsdrüse, der Hoden mit dem Ausführungsapparat.

Was das Ovarium für den weiblichen Körper, stellt für den männlichen Organismus die Samendrüse, der Hoden, Testikel dar. Seinen gröberen Bau überlassen wir zum grösseren Theile der deskriptiven Anatomie.

Eine feste bindegewebige Hülle, *Albuginea* genannt, umzieht unser Organ. Von jener strahlen zahlreiche und unvollkommene Septen in das Innere ein, um schliesslich hier nach oben zu einer verdichteten keilförmigen Masse, dem *Corpus Highmori*, sich zu verbinden. Das Innere zerfällt dadurch in kegelförmige Läppchen, deren Spitzen nach dem *C. Highmori* gerichtet sind.

Ein Hodenläppchen aber besteht aus einem Haufen ungemein langer gewundener Gänge oder Röhren. Sie zeigen Theilungen und Verbindungen, und gehen schliesslich in Gestalt einer Schleife in einander über, endigen aber niemals blindsackig (MIHALKOWICS). Man nennt jene Röhrchen Samenkanälchen.

An der Läppchenspitze aber verengt sich das Samenkanälchen zu einem gestreckten ausführenden Gang (*Tubulus rectus*), welcher in das *C. Highmori* tretend mit andern netzartig sich verbindet zum weiteren Röhrenwerk des *Rete testis*. Aus letzterem setzen sich 9—17 stärkere Kanäle fort, die sogenannten *Vascula efferentia*. Sie laufen zuerst gerade, und durchbohren so die *Albuginea*; dann unter Verengerung bilden sie mit zahlreichen Windungen eine

Anzahl kegelförmiger Lappen, die sogenannten *Conivasculosi*. Letztere stellen den Kopf des Nebenhodens, *Caput epididymidis* dar. Allmählich stossen die Endgänge zu einem einzigen zusammen von 0,3767—0,45^{mm} Quermesser. Mit einer Unzahl Windungen stellt er den Schwanz, *Cauda*, des Nebenhodens her.

Weiter nach abwärts wird der wegleitende Kanal gestreckter; er gewinnt einen Quermesser bis zu 2^{mm} und heisst jetzt Samenleiter, *Vas deferens*. Nicht selten senkt sich vorher noch ein blindsackiger Seitenast, des *Vas aberrans Halleri*, in ihn ein. Das ist das Größere des Baues.

Nachdem wir diese verwickelte Anordnung kennen gelernt haben, untersuchen wir das histologische Gefüge.

Die Samenkanälchen (Fig. 162) besitzen in ihrer ganzen Länge ziemlich den gleichen Quermesser. Sie ergeben bei den meisten Säugethieren 0,4—0,25^{mm} Quermesser. Auffallend stark sind sie bei der Ratte (0,4^{mm}). Bei kleinen Thieren besteht die Wand aus einer einzigen Lage fest verkitteter Endothelzellen. Bei grösseren Geschöpfen umhüllen diese Innenschicht andere, welche die gleiche Zusammensetzung aus platten kernhaltigen Schüppchen zeigen, aber durchbrochen sind (MIHALKOVICS). Indem wir auf die Inhaltzellen später zurückkommen werden, bemerken wir hier zunächst nur, dass die ausführenden *Ductuli recti* abweichend von jenen eine andere Epithelialbekleidung, nämlich Zylinderzellen tragen. Im *Rete testis* fehlt eine Drüsenmembran; die Zellen sind plattenförmig. Gegen das Ende des *Rete* stellt sich aber das Zylinderepithel des Nebenhodens ein.

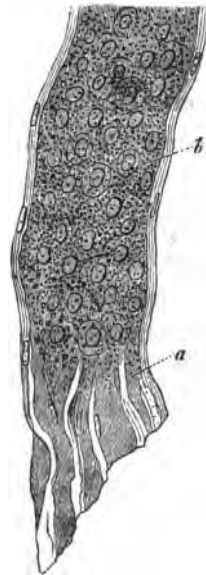


Fig. 162. Samenkanälchen des Menschen. a Wandung, b Zellen.

Das ruhende Samenkanälchen ist entweder ganz (Fig. 163 a b) oder bis auf ein enges Lumen hin erfüllt mit rundlich polygonalen

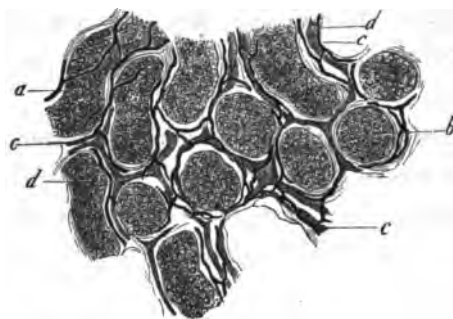


Fig. 163. Aus dem Hoden des Kalbes. a Samenkanälchen in mehr seitlicher, b in querer Ansicht; c Blutgefässe; d lymphatische Bahnen.

Zellen (0,0413–0,0442^{mm} messend). Die peripheren zeigen ein radiäres Ansehen. Beim Menschen kann ihr Zellleib gelbliches Pigment führen. Geronnene, ursprünglich dickflüssige, eiweissartige Masse zwischen den Samenzellen hat man als ein zweites Zellenwerk irrthümlich aufgefasst.

Von der Innenfläche der Albuginea und dem Septensystem entwickelt sich also — wir haben es schon früher gesagt — die bindegewebige Gerüstesubstanz des Organs.

Bei manchen Geschöpfen (Mensch, Hund, Kaninchen) herrscht faseriges Bindegewebe vor; bei andern (Ratte, Kater, Eber) tritt es sehr zurück. Beim Kaninchen sind die Bindegewebsbündel von der ersteren (Fig. 55 a) erwähnten Zellenform (der dünnen kernführenden Platte mit Protoplasma im Zentrum und einer glasartigen Randpartie) umschieden; ja es kann zu förmlichen, endothelartigen Zellenhäutchen kommen, ausgebreitet über Samenkanälchen und Blutgefässe. Bei der soeben erwähnten zweiten Thiergruppe finden wir in gewaltiger Menge die körnige Bindegewebszelle (Fig. 55 b), während sie bei der ersteren Abtheilung spärlicher oder kaum getroffen wird.

Jene körnige Zelle (gewöhnlich rundlich oder polygonal, seltener mit Ausläufern versehen, reich an Protoplasma, an Fett und bräunlich-gelbem Pigment) erinnert an die Leberzelle (Fig. 121). Die Anordnung derselben ist strang- oder säulenförmig. Sehr gewöhnlich sind auch hier Blutgefässe von derartiger Zellschicht

förmlich umscheidet, wie wir es schon für die Nachbarschaft der Gefäße (S. 59) angegeben haben.

Die Blutgefäße (Fig. 163 c) umspinnen in inniger Anlage mit einem längsmaschigen, ziemlich weiten Kapillarnetz die gewundenen Samenkanälchen. Stärker entwickelt und rundlicher treffen wir jenes Maschenwerk im Nebenhoden. Auch letzterem Theile dürfte übrigens absondernde drüsige Thätigkeit zukommen (MIHALKOVICS).

Betrachten wir endlich die Lymphbahnen (d); denn ächte Lymphgefäße fehlen dem Drüsengewebe gänzlich. Es waren LUDWIG und TOMSA, welche unser Wissen hier begründeten. Spätere Untersuchungen, auch eine Kleinigkeit von mir, haben sich angereicht.

Die Lymphwege halten die Lücken des Bindegewebes ein, begrenzt von jenen häutchenartigen aber durchbrochenen Verbindungen der platten Bindegewebszellen.

Jene bilden ein reichliches netzartiges Kanalwerk. An Querschnitten der Samenkanälchen stellen sie förmliche Ringe um letztere her mit starken Erweiterungen an den Knotenpunkten. Eine fortgesetzte Injektion treibt zuletzt die Masse durch jene Lücken der Plattenzellen bis in die Aussenlagen der Samenkanälchenwandung. Nur die solide Innenschicht letzterer verhindert weiteres Vordringen der Masse (MIHALKOVICS). Hier und da wird dabei ein Blutgefäß vom Lymphstrom umscheidet; doch Regel ist es nicht.

Stärkere Lymphwege dringen aus dem drüsigen Theile ins Septensystem und von hier aus zusammentretend unter die Albuginea. In letztere gelangt, sind sie zu klappenführenden Gefäßen geworden, welche mit denjenigen des Nebenhodens sich vereinigen. Die Endabfuhr der Lymphe erfolgt durch den Samenstrang.

Der Testikel entsteht dem Ovarium ähnlich an der Innenseite des WOLFF'schen Körpers. Aus seinem Gangwerk entsteht die Epididymis (dem Paroarium gleichwerthig); der ausführende Kanal

der Urniere (beim Weibe verschwindend) erhält sich im männlichen Generationsapparat, und wird zum *Vas deferens*. Weiteres müssen wir der Entwicklungsgeschichte überlassen.

Wir haben bisher nur der ruhenden Drüse gedacht. Untersuchen wir dieselbe nun aber auf der Höhe ihrer Thätigkeit.

Beginnen wir mit ihrem Produkt, dem Samen, Sperma. Derselbe ist allerdings keineswegs ausschliesslich von den gewundenen Drüsenkanälchen des Hodens, sondern in seinem flüssigen Theile sicherlich auch von der Epididymis und den akzessorischen Drüsen erzeugt, wenn auch seine wesentlichsten und bezeichnendsten Elemente aus ersterer Quelle stammen.

Die weissliche dickliche Flüssigkeit bietet, auf der mikroskopischen Glasplatte zur dünnen Schicht ausgebreitet, ein merkwürdiges Bild dar, welches man seit zwei Jahrhunderten angestaunt und in früherer Zeit sehr eigenthümlich erklärt hat.



Fig. 164. Spermatozoen des Schafs.
a Kopf; b Mittelstück; c Schwanz.

Eine Unzahl lebhaft beweglicher fadenartiger Elemente, die sogenannten Samenfasern, Samenthierchen, Spermatozoen (Fig. 164) treten uns da entgegen, schwebend in wasserheller Flüssigkeit. Ihre Bewegung nahm eine ältere Epoche als Zeugniß eines selbständigen thierischen Lebens gläubig hin. Der Name der Samenthierchen, Spermatozoen, mahnt an jene Periode.

Heutigen Tages wissen wir, dass die Beweglichkeit der Samenfasern der Flimmerbewegung (S. 37) sehr nahe verwandt ist; wir wissen ebenfalls, dass die sogenannten »Samenthierchen« Gewebselemente, Zellenabkömmlinge darstellen. Wir kennen zur Stunde nicht minder die bunte Mannichfaltigkeit der Form, welche jene Fasern in der Thierreihe darbieten.

Beschränken wir uns auf die Säugethierklasse.

Hier zeigt das fadenartige winzige Ding einen sogenannten Kopf (a), dann eine etwas dickere fadenförmige Anhangshälfte, das sogenannte Mittelstück (b), und endlich, ausserordentlich

dünn und fein werdend, das Endstück, den sogenannten Schwanz (c). Früher unterschied man zwischen diesen beiden Fadenpartien nicht.

Ob dem merkwürdigen Gebilde noch eine innere Komplikation zukommt, ist unentschieden, doch unwahrscheinlich.

Der Kopf der menschlichen Samenelemente erscheint als ovale, nach hinterwärts etwas verbreiterte Scheibe, $0,0045\text{ mm}$ lang und etwa von halber Breite und wohl nur $0,0043\text{--}0,0048\text{ mm}$ dick. Der Gesamtfaden dürfte eine Länge von $0,0454\text{ mm}$ besitzen; doch sein letztes Ende ist unendlich dünn und schwer zu erkennen.

Bei der fruchtbaren Begattung dringen die Samenfäden durch die *Zona pellucida* des Eies, wohl geleitet durch die feinsten Porenkanälchen jener Hülle (Fig. 158 a), in den Dotter, d. h. in die eigentlich Eizelle ein. Sie zerfallen hier schliesslich unter Fettdegeneration.

Jener Theilungsprozess, dessen wir schon S. 15 gedachten, er kann freilich ohne Spermatozoen beginnen auch beim Säugethier, aber er erlahmt bald. Haben die Samenelemente jedoch ihren absterbenden Körper dem Dotter beigemischt, dann (in allerdings räthselhafter Weise) setzt sich der Vermehrungsprozess der Dottertheilung fort, bis zuletzt jene Unzahl lebendiger Bausteine gewonnen ist, von welcher wir schon früher (S. 188) sprachen.

Wo stammen aber die Samenfäden her?

Darauf antwortet man seit mehr als einem Menschenalter mit vollem Rechte: aus den gewundenen Hodenkanälchen. Aber das Wie, es rief die verschiedensten Antworten bei älteren Forschern, ihren Nachfolgern sowie der jetzigen Generation der Histologen herbei. Die anfänglichen rohen und schlechten Untersuchungsmethoden hatten allerdings die Pioniere zu den grössten Täuschungen geführt.

Dass wir zur Stunde alles in der Hand haben, bezweifle ich allerdings sehr; doch man ist weiter gekommen.

Hören wir also die Ergebnisse der neuesten Studien (NEUMANN, VON EBNER, MIHALKOVICS).

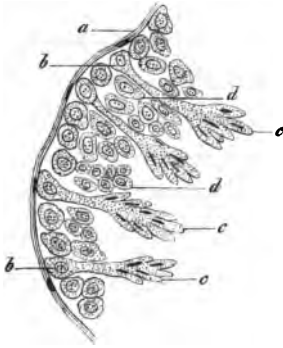


Fig. 165. Aus dem Samenkanälchen der Ratte. *a* Wand mit Zellkernen; *b* Wandungszellen und Spermatoblasten; *c* letztere mit kleinen schmalen kernartigen Körperchen; *d* innere Zellschicht.

Wir erwähnten schon früher (S. 194), dass die äusserste Drüsenzellenlage des ruhenden Samenkanälchens eine prismatische, radiäre Gestalt darbiete. Jene Zelle ist das die Spermatozoen erzeugende Gebilde. Alle die zahlreichen inneren Zellen jenes Drüsenganges erscheinen zukunftslos; sie stellen eben nur eine indifferente Ausfüllungsmasse her.

Gelangt die Samendrüse zur Aktivität — bei Säugethieren ist es nur periodisch, gewöhnlich einmal im Jahr der Fall, beim Manne in ununterbrochener Folge während der ganzen zeugungsfähigen Epoche — wird also der Testikel thätig, dann kommt über jene prismatischen Wandungszellen eine merkwürdige Umwandlung (Fig. 165 *b*).

Nach einwärts, d. h. gegen die Axe des Drüsenkanales, wächst der epitheliale Zellenleib zu einem stiel- oder halsförmigen Protoplasmafortsatz aus. Auf der Höhe theilt sich letzteres Ding in eine Anzahl spitzwinklig stehender kolben- oder fingerförmiger Fortsätze. Man könnte an einen roh und plump geformten Kandelaber denken — doch der Vergleich hinkt.

Diese Modifikationen unserer peripherischen Zellschicht hat man treffend Spermatoblasten genannt (VON EBNER).

In jedem kolbenartigen Vorsprung entsteht ein Kern (*c*) — wie wissen wir allerdings nicht —. Er wird zum Kopfe des Samenelementes. Das Protoplasma, weiter einwärts, verwandelt sich zum Faden oder Schwanz. So bringt jeder unserer Spermatoblasten eine Anzahl (8—12) Samenfäden fertig. Zuletzt

werden letztere frei, und liegen im Lumen des gewundenen Hodenkanälchens, das Schwanzende in der Kanalaxe und abwärts gerichtet (Fig. 166 1. b c. 2).

Eier und Spermatozoen sind also ihrem Ursprung nach recht verschiedene Dinge. Erstere stellen eine ganze hochentwickelte Zelle dar; letztere gehen aus Stücken eines einfacheren Zellenleibes hervor.

Wenden wir uns endlich zum Wegleitungsapparat.

Das *Vas deferens* zeigt eine äussere bindegewebige, eine mittlere, aus drei Muskelstraten bestehende Lage und endlich eine von Zylinderzellen bekleidete Schleimhaut. Nach abwärts gewinnt letztere grössere Entfaltung.

Samenbläschen und Ausspritzungskanäle bewahren einen verwandten Bau.

Die Prostata, Vorsteherdrüse, stellt in reichlichem Bindegewebe eingebettet ein System kleiner traubiger Drüsen dar, welche erst zur Pubertätszeit volle Entwicklung gewinnen. Ihr Epithel ist ein zweischichtiges (LANGERHANS).

Der traubigen Formation gehören ebenfalls die COWPERschen Drüsen an. Ihre Zellen sind zylindrisch. Niedriger werden sie im ausführenden Kanalwerk.

Die männliche Harnröhre zeigt bekanntlich eine *Pars prostatica*, ein sich anreihendes häutiges Mittelstück (*P. membranacea*) und eine letzte, durch den Penis verlaufende Abtheilung (*P. cavernosa*). Letzteres Stück wird nämlich umhüllt von einem kavernösen Gewebe (*Corpus spongiosum urethrae*), welches nach

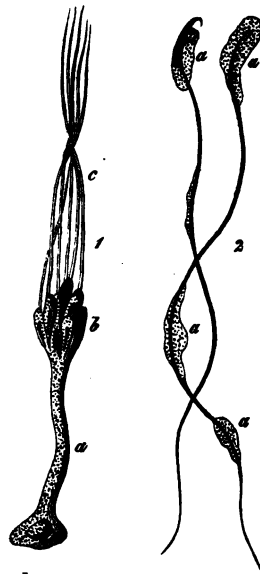


Fig. 166. Zur Entwicklung der Rattenspermatozoen. 1 Spermatoblast a mit Köpfen b und Fäden c. 2 Nahezu fertige Samenfäden mit anhaftenden Protoplasma-resten a.

vorne zur Eichel, Glans, sich gestaltet. Hinzukommen zwei ähnliche kavernöse Gebilde, die *Corpora cavernosa penis*.

Die Mukosa der Urethra trägt anfänglich platte, mehr nach abwärts zylindrische Zellen. Sie wird umgeben von losem, bei seinem Blutreichthum kavernös zu nennendem Bindegewebe und dann nochmals von glatter Muskulatur. Im prostatiscen Stück sowie dem *Colliculus seminalis* kommen traubige Drüsen vor. Die Schleimhaut zeigt Faltungen. Im mittleren und unteren Theile verkümmert die Muskulatur mehr und mehr. Die Mukosa des unteren Theiles führt Gruben (*Lacunae Morgagnii*) und kleine unentwickelte, LITTRE'sche Schleimdrüsen. Gegen die Mündung der Harnröhre stellt sich wieder geschichtetes Plattenepithel ein.

Die Haut des Penis, dünn und schlaff, besitzt ein loses fettfreies, von glatten Muskelfasern durchsetztes Unterhautzellgewebe. Ein fettfreies dehnbares Bindegewebe vereint die beiden Platten der Vorhaut; auch beherbergt es muskulöse Elemente.

Die dünne Haut der Glans besitzt zahlreiche Papillen im Epithelialüberzug verschwindend; auch die innere mukosenartige Fläche des Praeputium zeigt derartige Wärzchen.

Die TYSON'schen Drüsen kommen an der Innenfläche der Vorhaut, zuweilen auch an der Glans, namentlich dem Frenulum vor. Sie betheiligen sich in sehr untergeordneter Weise an der Bildung der fettigen Vorhautschmiere (*Smegma praeputii*).

Gedenken wir zum Schlusse noch des Baues der kavernösen Körper. Eine festere elastische, jedoch an muskulösen Elementen arme Hülle, eine sogenannte Albuginea, umgibt diese Gebilde. Nach einwärts entsendet sie zahllose Fortsätze, bald grössere, bald kleinere in der Gestalt von Balken und Platten. Bindegewebe, elastische Fasern und glatte Muskelmasse stellen vereinigt letztere her.

Dieses unvollkommene Septensystem — so dürfen wir es nennen — theilt und verbindet sich auf das Mannichfachste mit einander.

Wir gewinnen also ein an den Badeschwamm erinnerndes Lücken- und Höhlensystem, ausgekleidet von Gefässzellen, be-

stimmt zur Aufnahme des venösen Blutes. Darin beruht eben das Eigenthümliche des sogenannten kavernösen Gewebes.

Die verschiedenen »kavernösen Körper« bieten nun kleinere untergeordnete Struktureigenthümlichkeiten dar. Wir übergehen diese minutiösen Dinge.

Beständig mit Blut erfüllt, erfahren jene periodische Blutüberladung, und führen zur Erektion des männlichen Gliedes.

In geringem Grade von der *Arteria dorsalis penis*, wesentlich von den *A. profundae* erhalten die kavernösen Körper ihre Blutzufuhr. Jene Arterienzweige, im Septengewebe eingeschlossen, gehen in die kavernösen Hohlräume theils durch ein Haargefäßnetz, theils mit unmittelbarer Einmündung über (LANGER). Korkzieherartig gekrümmte Schlagaderäste, die sogenannten *Arteriae helicinae* von J. MÜLLER, bilden Artefakte (ROUGET, LANGER).

Zur Abfuhr des Blutes aus den Kavernen dienen die verschiedenen sogenannten *Venae emissariae*.

Reichliche Lymphgefäßnetze fehlen der männlichen Harnröhre und dem Begattungsorgan nicht (TEICHMANN, BELAJEFF).

Die Theorie der Erektion überlassen wir der Physiologie.

Neunzehnte Vorlesung.

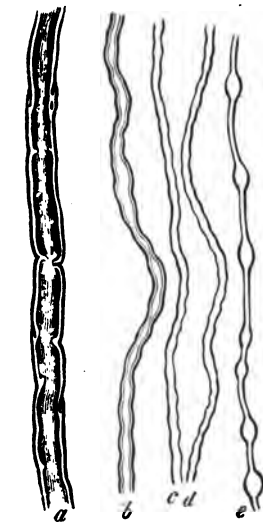
Das Nervengewebe.

Wir wenden uns zur letzten und höchsten histologischen Formation des Thierkörpers; wir besprechen das Nervengewebe.

Dasselbe hat man bekanntlich den sogenannten »zusammengesetzten Geweben« zugerechnet, d. h. denjenigen, welche mehr als ein Formelement besitzen. Und in der That, hier begegnen wir zweien derselben, nämlich Fasern und Zellen. Erstere tragen den Namen der Nervenfasern, Nervenröhren oder Primitivfasern; letztere werden Nervenzellen oder Ganglienkörper genannt.

Die Nervenfasern des Menschen erscheinen einmal als dunkelrandige, markhaltige (Fig. 167) oder als blassere, marklose Elemente (Fig. 172 b).

Da die ersteren die bei weitem verbreiteteren und wichtigeren peripherischen Elemente bilden, so beginnen wir unsere Erörterung mit ihnen.



[Fig. 167. Nervenfasern des Menschen. a Eine grobe; b eine mittelfeine Faser; c d e schmale Formation.

Sie sind gleich den marklosen, über lange Strecken unverzweigte Fäden, aber von sehr ungleichem Quermesser, von 0,0226 bis zu 0,0018 mm und weniger. Man

unterscheidet demnach breite oder grobe Nervenfasern (Fig. 167 *a*) und feine oder schmale (*c d e*). Zwischen sie tritt vermittelnd die mittelbreite Nervenröhre (*b*).

Beginnen wir nun unsere Untersuchung des Baues mit den groben markhaltigen Elementen.

Frisch und lebendig erscheint das Ding wie ein Faden einer homogenen milchglasartigen Masse. Wir erkennen da keinerlei weitere Zusammensetzung.

Aber die Nervenröhre ist ein wunderbar veränderliches Ding. Unter unsern Augen und wider den Willen des Beobachters ändert sie ihr ursprüngliches Aussehen baldigst in ein zweites, drittes Leichenbild um.

Heutigen Tages steht es fest, dass eine jede breite Nervenröhre aus dreierlei Elementen besteht.

Umschlossen wird sie von einer in der Regel sehr feinen homogenen bindegewebigen Hülle, dem Neurilemm, der SCHWANN'schen oder Primitivscheide (Fig. 169 *b*, 171 *e*). Letztere beherbergt von Strecke zu Strecke einen länglichen Kern. Zuweilen erscheint das Neurilemm ansehnlich verdickt (Fig. 171 *c*).

In der Axe, ein Fünf- bis Viertheil des ganzen Quermessers einnehmend, erkennen wir einen blassen zylindrischen Faden, hergestellt von eiweissartiger Masse. Dieses ist der Axenzylinder, der einzig wesentliche Theil der Nervenröhre (Fig. 169 *a b c e*, 171 *e*). Umhüllt wird er vom sogenannten Nervenmark oder der Markscheide, einem eigenthümlichen und sehr delikaten Substanzgemenge eiweissartiger Körper sowie des Lecithin und Cerebrin. Diese Umhüllung verdeckt ursprünglich den Axenzylinder.

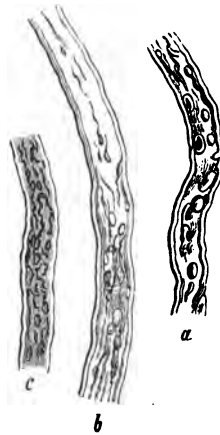


Fig. 168. Nervenfasern des Menschen auf verschiedenen Stufen der Gerinnung.

Sobald wir breite Nervenröhren isoliren, tritt uns die Todesform der Markscheide entgegen (Fig. 168). »Jene sind jetzt geronnen«, lautet ein üblicher Ausdruck der Histologen. Allerdings der Gerinnung begegnen wir auf den verschiedensten Stufen, oftmals



Fig. 169. Verschiedene Nervenfasern. *a* nach Behandlung mit absolutem Alkohol; *b* mit Kollodium; *c* Faser des Nerven vom Kalb; *d* und *f* aus dem menschlichen Gehirn.

dicht neben einander, ja im Verlaufe einer und derselben Primitivröhre.

Als Anfangsstufe entdecken wir jederseits einen doppelten Kontour, eine zwar scharfe, aber dunkle, äussere und eine enge anliegende feinere Begrenzung (Fig. 167 *ab*, 168 *b* [nach oben]).

Später gehen die doppelten Kontouren einander nicht mehr parallel, und die innere zeigt sich oftmals unterbrochen (Fig. 168 *b* [nach abwärts]). Letztere wird immer unregelmässiger und unregelmässiger, und in dem bisher homogenen Axentheil kommt es zu klumpigen dunkelrandigen Massen (*a b*). Der Gerinnungsprozess kann allerdings auf früherer Stufe stehen bleiben. Die Rinde bildet dann gewissermassen einen schützenden Mantel um den Axentheil. In anderen Fällen entgeht auch letzterer seinem Endgeschicke nicht. Er zerfällt vollständig mit der Rinde in ein Klumpenwerk (*c*).

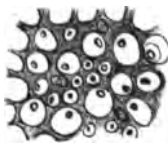


Fig. 170. Querdurchschnittene Nervenfasern aus dem Hinterstrang des menschlichen Rückenmarks.

Es hat lange gedauert, bis man sich über den eben geschilderten Bau der Nervenröhre einigen konnte. Namentlich über die Existenz des Axenzylinders wurden heftige Debatten geführt. Heutigen Tages ist es ein Kinderspiel, letzteren auf jedem Querschnitte eines erhärteten peripherischen Nerven, oder — was

auf dasselbe herauskommt — demjenigen eines weissen Rückenmarkstranges in jeder Primitivröhre zu erkennen (Fig. 170).

Die mittelstarken Nervenröhren verhalten sich gleich.

Auch an den feinen Fasern der Nervenstämme erkennt man den ähnlichen Bau, Hülle, Axenzylinder und Markscheide. Die letztere bleibt (Fig. 167 *c d*) allerdings auch bei fortgeschrittener Todesveränderung heller, einfach begrenzt. Die Osmiumsäure, welche gleich anderen fettigen Substanzen das Mark der breiten Nervenfasern rasch schwärzt, wirkt hier viel langsamer und unvollkommener ein; eine Mischungsverschiedenheit liegt zwischen beiderlei Fasermassen also sicher vor.

Unsere feinen Nervenröhren bieten noch etwas Eigenthümliches dar. Durch jede Misshandlung, Druck, Zerrung, Reagentien erfolgen gewisse Verschiebungen des Marks, so dass widernatürlich verdünnte Strecken mit rundlichen Anschwellungen wechseln (*e*). Man hat letztere als Varikositäten bezeichnet, und von varikösen Nervenfasern gesprochen. Im Leben existirt nichts der Art.

Wir berühren hier noch eine schwebende Frage. RANVIER, gegenwärtig der erste Histologe Frankreichs, machte auf ein bekanntes Ding, auf Einschnürungen aufmerksam, welche im Verlaufe breiter, markhaltiger (peripherischer, jedoch nicht zentraler) Fasern vorkommen. Man hielt früher jene Einschnürungen aber stets für ein Produkt der Präparation. Nun liegen diese verengten Stellen (Fig. 171) ziemlich regelmässig, und zwischen je zweien fast in halber Länge begegnet man einem Kern der SCHWANN'schen Scheide (*a*). So ist es bei Säugern, Vögeln und Amphibien. Nur bei Fischen ist die Kernzahl eine grössere zwischen zweien dieser Einschnürungen.

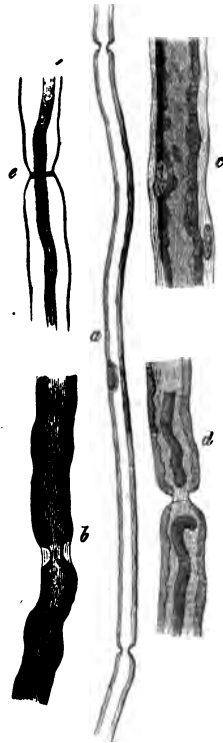


Fig. 171. Nervenfasern des Frosches. *a* nach Behandlung mit Pikrokarmen; *b c d* mit Osmiumsäure; *e* mit Höllenstein.

Diese RANVIER'schen »Schnürringe«, wie die deutsche Wissenschaft sie getauft hat, verdienen — obgleich wir weit entfernt von sicherem Wissen zur Zeit stehen — alle Beachtung. Die Markscheide isolirt gewiss den Axenzylinder; aber jene Marklücke wird das Eindringen ernährender Bestandtheile und die Abgabe der Zersetzungsprodukte ermöglichen.

Gehen wir jetzt über zu den blassen marklosen Nervenfasern.

Ursprünglich, in der Fötalzeit, waren alle Primitivröhren des ganzen Nervensystems einstens so beschaffen. Nehmen wir einen der niedrigsten Fische, das Neunauge (Petromyzon), so begegnen wir diesem Verhältniss das ganze Leben hindurch (Fig. 169 c). Eine kernhaltige Scheide umhüllt den Axenzylinder. Markhaltige Nervenfasern gibt es da überhaupt nicht.

Wenden wir uns sprungweise jetzt zum höchsten thierischen Wesen, zum Menschen.

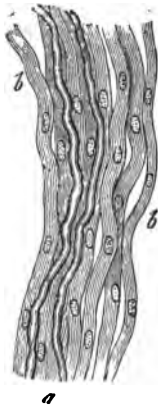


Fig. 172. Ein sympathisches Nervenästchen des Säugethiers. Zwei dunkelrandige Nervenfasern *a* unter einem Ueberschuss der Remak'schen Formation *b*.

Bei uns besteht aus blassen marklosen Fasern nur noch durchaus der Geruchsnerv und zum grossen Theile der Sympathikus mit seinen Ausbreitungen.

Man hat diese blassen Gebilde REMAK'sche Fasern genannt. Sie erscheinen als zarte ($0,0038 - 0,0068 \text{ mm}$ breite) kernbesetzte Fäden (Fig. 172 *b*).

Ist in dem oben Erwähnten aber der ganze Bau der Nervenfasern enthalten? — Diese schwierige Frage tritt jetzt an uns heran.

Es scheint nicht so; indessen wir stehen hier wiederum einmal an der Grenze der gegenwärtigen Mikroskopie.

Höchst wahrscheinlich besteht der Axenzylinder, das beste Stück der Nervenröhre, aus einem Bündel äusserst feiner Fädchen.

Sie (Fig. 173) scheinen in eine zart-körnige Substanz eingebettet zu sein. Man hat sie Axenfibrillen (WALDEYER) oder Primitivfibrillen (SCHULTZE) genannt. Den Anstoss hat auch hier ein glänzender, von den Zeitgenossen bei weitem nicht nach Verdienst gewürdigter Forscher, hat der Gründer der modernen Entwicklungsgeschichte, REMAK, gegeben. Er sah schon vor langen Jahren jene Zusammensetzung an den Nervenfasern des Flusskrebsses.

Auf feinste Varikositäten dieser Primitivfibrillen hat man hinterher diagnostisches Gewicht gelegt (M. SCHULTZE).

Wir kommen später darauf zurück.

Die Fasern kennen wir also, soweit es zur Zeit möglich ist. Wenden wir uns jetzt zu den zelligen Elementen. Sie gehören nur der grauen Masse des Nervensystems (der peripherischen wie zentralen) an; die weisse Substanz besteht überall allein aus Nervenröhren.

Jene zelligen Gebilde, die Ganglienkörper (Fig. 174 B), treten uns vielfach in sehr bezeichnender Gestalt entgegen. Es ist eine der schönsten Zellenformen, welche der Organismus besitzt. Das Ausmaass liegt für die meisten der kugligen, ovoiden oder birnförmigen Elemente zwischen 0,0992 — 0,0454 und

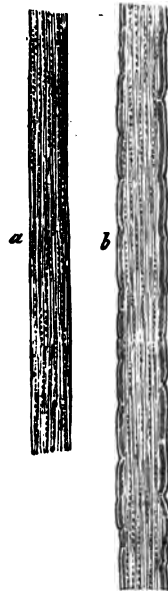


Fig. 173. Fibrilläre Zusammensetzung des Axenzylinders. *a* Ein starker Axenzylinder aus dem Rückenmark des Ochsen; *b* Nervenfasern aus dem Gehirn des Zitterrochen.

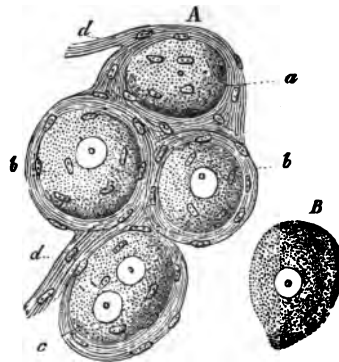


Fig. 174. Ganglienzellen des Säugethiers; *A* Zellen mit bindegewebiger Umhüllung, welche sich in Fasern *d. d.* fortsetzt; *a* eine kernlose, *b* zwei einkernige und *c* eine zweikernige Zelle; *B* ein hüllenloser Ganglienkörper.

0,0226^{mm}. In einer sehr zartkörnigen, dicklich gallertigen, gewöhnlich farblosen, zuweilen braun oder schwarz pigmentirten Masse begegnen wir einem kugligen zartwandigen Kernbläschen von 0,0480—0,009^{mm} Durchmesser. In ihm kommt in der Regel einfach ein matt erglänzendes Korn, das Kernkörperchen, 0,0029—0,0045^{mm} gross, vor.

Umgeben wird unser Gebilde von einer Hülle. Sie erscheint dick, eine Art kernführendes Bindegewebe auf den ersten Blick. Indessen, die Kerne könnten eine andere Bedeutung besitzen. Man hat an der Innenfläche der Kapsel nämlich später eine Auskleidung endothelialer Zellen bemerkt.

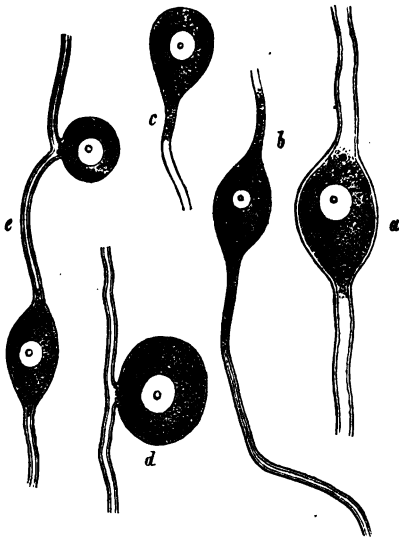


Fig. 175. Aus den peripherischen Nervenknotten eines Fisches, *Gadus lota*. a b bipolare Ganglienzellen; c unipolare; d e abnorme Gestalten.

Einfacher und dünner erscheint jene Hülle um die Ganglienzellen niederer Wirbelthiere, der Fische (Fig. 175) und Amphibien.

Bei erster flüchtigster Betrachtung — und die älteren Histologen mit ihren schlechten Untersuchungsmethoden waren nicht weiter gelangt — erscheinen die sämtlichen peripherischen Ganglienzellen fortsatz-

los, oder wie ein Ausdruck der Schule lautet,

apolar. Wir sind hinterher ganz anderer Meinung geworden; apolare Ganglienzellen kommen entweder gar nicht, oder als embryonale, steckengebliebene, möglicherweise zukunftslose Elemente nur ausnahmsweise vor.

Gegen die Mitte der vierziger Jahre entdeckte KOELLIKER, einer der berühmtesten Histologen, im Sympathikus der Wirbel-

thiere Ganglienkörper, welche an dem einen Ende einen blassen Faden abschicken, der nach bald kürzerem bald längerem Verlaufe mit einer Markscheide sich umhüllte, und zur Nervenfasern wurde (Fig. 175 c).

Bei wirbellosen Geschöpfen hatte man Aehnliches allerdings schon vorher gesehen. Dieses sind die sogenannten unipolaren Ganglienzellen.

Bald darauf begegneten R. WAGNER, ROBIN und BIDDER mit REICHERT anderen Verhältnissen. Sie fanden die bipolare Zelle auf.

Bekanntlich entspringen die Rückenmarksnerven mit doppelter Wurzel, einer vorderen, die am Spinalknoten vortüberstreicht, und einer hinteren, welche das Ganglion durchsetzt.

Wie man seit den Tagen von CHARLES BELL weiss, ist erstere aus motorischen, letztere aus sensiblen Fasern bestehend.

Zerzupft man den Spinalknoten der Fische (Rochen sind am meisten zu empfehlen), so erkennt man (Fig. 175), wie jede Nervenfasern in eine Ganglienzelle eindringt, um am anderen Pole aus dieser wieder hervorzukommen (*a b*). Breite Fasern verbinden sich mit grösseren Zellen, schmalere Nervenröhren mit kleineren.

Die letzteren Nervenfasern sind wahrscheinlich sensible Bestandtheile des Sympathikus. Mancherlei individuelle, anders gestaltete Verbindungen kommen daneben vor, vielleicht als abweichende Bildungsprodukte (*d e*).

Beiderlei Ganglienzellen zeigen deutlich, dass ihre Hülle in die Primitivscheide der mit ihnen verbundenen Nervenfasern übergeht.

Als dritte Form haben wir der multipolaren Ganglienzellen zu gedenken. Sie dürften im Jahre 1838 zum ersten Male gesehen worden sein (PURKINJE). Man begegnet ihnen beim Menschen in sympathischen Ganglien, in der Retina des Auges und in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark.

Im sogenannten Vorderhorn des letzteren findet man die zierliche Form unserer Fig. 476.

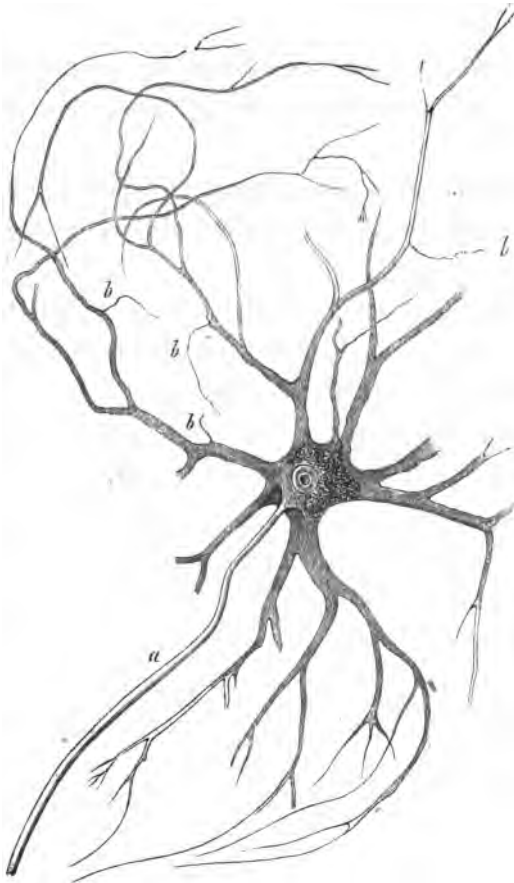


Fig. 176. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks (vom Ochsen) mit dem Axenzylinderfortsatz (a) und den verzweigten Protoplasmafortsätzen, von welchen bei b feinste Fädchen entspringen.

Ein hüllenloser Zellenkörper entsendet eine wechselnde, oft recht beträchtliche Anzahl zartkörniger Ausläufer (b), welche wiederholte Theilungen unter fortgehender Verzweigung eingehen, bis sie endlich in Form feinsten Fäden dem Blick entschwinden. Seitlich ansitzende dünnste Fäserchen wollte man als Primitivfibrillen des Axenzylinders betrachten (DEITERS); doch wohl kaum mit Recht; denn alles bleibt hier dunkel.

Neben jenem Ausläufersystem — man hat es Protoplasmafortsätze genannt — trifft man aber noch, jedoch stets in Einzahl einen langen Fortsatz, welcher meist aus dem Zellkörper, seltener vom Ursprung eines andern dicken Ausläufers entspringt, sich niemals verzweigt, und durch schärferes homogenes Ansehen

auffällt. Das ist der Axenzylinderfortsatz (a). Später wird er, von der Markscheide umhüllt, zur Nervenfaser. Doch auch dieses hat man neuerdings wieder bezweifelt (GOLGI).

Im Sympathikus des Frosches trafen BEALE und ARNOLD eine interessante, freilich noch nicht sicher gestellte, Struktur der Zellen (Fig. 177). Von ihrem rundlichen, oder birn- und nierenförmigen Leibe tritt, und zwar aus dem Innern kommend, ein gerader Axenzylinderfortsatz (c), welcher hinterher die Markscheide gewinnt.

Von der Zellenoberfläche einfach oder doppelt entspringt dagegen mit dichten Spiralwindungen ein anderer Faden, welcher mit weiteren Touren den geraden Axenzylinder umgibt, oder auch nur neben letzterem hinläuft (d), um hinterher von jenem sich abzutrennen (f), und in gestreckter Gestalt weiter zu ziehen. Ob diese Spiralfaser elastischer oder — was wir für wahrscheinlicher halten — wirklich nervöser Natur ist, darüber mangelt zur Zeit noch die Entscheidung. Spätere deutsche Arbeiten brachten sie leider nicht.

Endlich hat man in neuester Zeit die feine Fibrillenbildung, wie sie der Axenzylinder (S. 207) darbot, auch in das Innere des Zellenleibes sich erstreckend beobachtet, und zwar mehr in der Rindenpartie des letzteren. Die sowohl von den Protoplasma- als dem Axenzylinderfortsatz eingestrahnten feinsten Fibrillen laufen bald divergent, bald sich kreuzend.

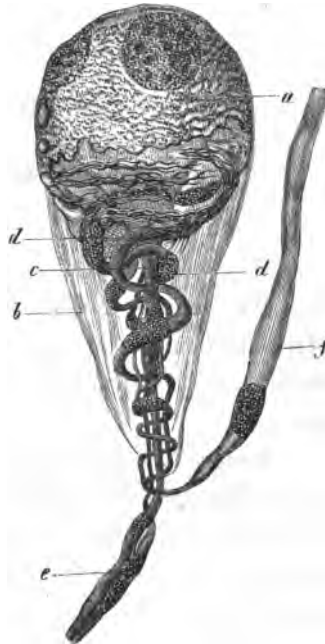


Fig. 177. Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Laubfrosches. a Zellenkörper; b Hülle; c gerade nervöse Faser und d spiralige Fasern; Fortsetzung der ersteren e und der letzteren f.

Zwanzigste Vorlesung.

Die Anordnung und Endigung der Nervenfasern.

Die Gehirn- und Rückenmarksnerven erscheinen durch die Markscheiden ihrer röhrenförmigen Bestandtheile weiss, die Stämme des Sympathikus bei dem Ueberschuss markloser Fasern grau.

Erstere werden beim Austritt aus den Zentralorganen von zarter bindegewebiger Hülle umgeben; später umlagert sie noch verstärkendes, von der *Dura mater* geliefertes Bindegewebe. Das giebt nun zusammen die Nervenscheide, das Perineurium (oder Neurilemm). Nach innen dringt jenes Bindegewebe platten- und scheidenartig zwischen die Bündel der Nervenfasern, wird dabei loser und weicher. Seine modifizierte Grenzschiebt bildet zuletzt die Primitivscheide der Nervenröhre. Ein spärliches gestrecktes Kapillarnetz feinsten Gefässe durchsetzt das Ganze. Injektionen, von Lymphräumen aus gemacht, dringen ebenfalls unter das Perineurium und zwischen die Nervenbündel vor (Ker und Retzius).

In den Nervenstämmen verlaufen die Primitivfasern ungeheilt und indifferent neben einander. Bei der meistens spitzwinkligen Astabgabe der Nervenstämmen biegen Faserbündel aus der Hauptbahn in die seitliche ab.

Kommt es zu Anastomosen, so gehen von dem einen Nerven durch den Verbindungsgang Fasergruppen zum anderen, oder wir erhalten doppelten Faseraustausch.

Das Perineurium wird feiner und feiner in dem Maasse, als wir von grösseren Stämmen zu ihren feinsten Astsystemen gelangen. Zuletzt erscheint es als streifige oder mehr homogene Binde-substanz mit ziemlich verkümmerten Zellen.

Die Erforschung der peripherischen Endigung der Nervenröhren — in roher Anfangsperiode hielt man sie irrthümlich für eine schleifen- oder schlingenförmige Verbindung je zweier Fasern — hat den Histologen viel Mühe und Arbeit gekostet, und noch heutigen Tages sind wir von genügendem wissenschaftlichen Besitz weit entfernt. Wir greifen nur das Wichtigste heraus, und überlassen zahlreiche, zum Theil sehr unsichere Einzelheiten den ausführlicheren Lehrbüchern des Faches.

Beginnen wir mit der Endigung der motorischen Nerven-faser im quergestreiften Muskel.

Verfolgen wir die in letzteren eingetretenen Nervenästchen an passenden Objekten, z. B. manchen ganz dünnen hautartigen Muskeln des Frosches, so treffen wir später von glasheller Scheide umgeben wenige breite doppelrandige Nervenfasern. Theilt sich das Aestchen abermals, so erkennt man nicht selten, wie über die Nervenröhre jetzt etwas neues kommt; sie zerfällt nämlich unter Verengung, einen RANVIER'schen Schnürring bildend (S. 205), in Aeste, in der Regel in zwei. Mit fortgehender Theilung dieser kleinsten Nervenstämmchen setzt sich jener Zerfall der Nerven-äste fort; diese theilen sich in Zweige neuer Ordnung u. s. w. Letztere werden hierbei feiner, behalten aber noch eine Strecke weit den doppelten Kontour; zuletzt begrenzt sie eine einfache Marklinie.

Bei niederen Wirbelthieren ist jene Verästelung der Primitiv-röhre eine ganz gewaltige. Bei Fischen kann letztere in 50, ja bis gegen 400 Aeste zuletzt zerfallen sein. REICHERT untersuchte vor langen Jahren den sogenannten Brusthautmuskel des Frosches. Er enthält 460 — 480 Muskelfäden. Zur Versorgung derselben dienen aber nur 7—40 eingetretene Nervenröhren.

Während also bei den niederen Vertebraten eine motorische Primitivfaser mit ihrem Astsystem eine ganze Anzahl quergestreifter Muskelfäden versieht, ist bei den Säugern (auch schon bei Reptilien und Vögeln) die Anordnung eine andere und höhere. Die Primitivfaser theilt sich viel weniger; das Missverhältniss zwischen der Zahl der Nerven- und Muskelfasern wird demgemäss ein viel geringeres.

Die Endigung betreffend, so zeigen die niederen Wirbelthiere andere Verhältnisse als die höheren. Die Endigung geschieht aber

regelmässig im Innern des Muskelfadens, unterhalb dessen Sarkolemm. Wir betrachten nur die Säugethiermuskel (Fig. 478).

Hier tritt, von absteigender, kernhaltiger Primitivscheide (*cd*) umhüllt, die Nervenfaser (*a b*) zum Muskelfaden. Ihr Neurilemm wird zum Sarkolemm (*g*). Unter letzterem, an der Eintrittsstelle, erscheint eine kernführende, zart molekuläre Masse, eine rundliche oder ovale gekrümmte, kernführende Platte (*ef*), nach

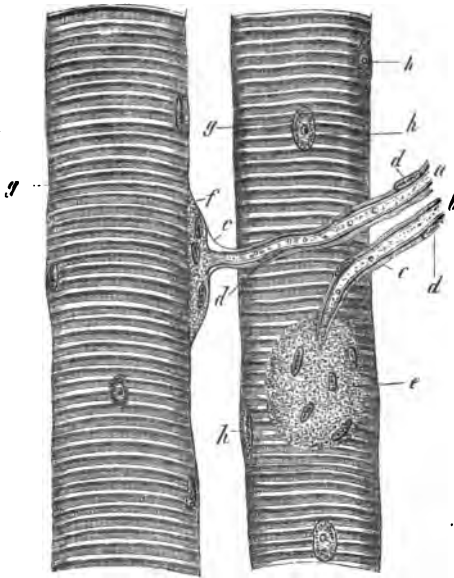


Fig. 178. Zwei Muskelfäden aus dem Psoas des Meerschweinchens mit den Nervenendigungen. *a. b* Die Primitivfasern und ihr Uebergang in die beiden Endplatten *e. f*; *c* Neurilemm mit Kernen *d. d* und übergehend in das Sarkolemma *g. g*; *h* Muskelkerne.

innen konkav, nach aussen konvex. Dieses Ding (dem Säugethiermuskel nur in Einzahl und mehr gegen die Mitte zukommend) ist die Endplatte von KRAUSE, ROUGET und ENGELMANN oder der Nerven hügel KÜHNÉ's. Bei *f* haben wir die Seitenansicht; bei *e* erblicken wir das Gebilde von der breiten Aussenfläche her.

Seine Grösse schwankt zwischen $0,0399$ — $0,0602$ mm, die Zahl der Kerne von 4—20.

Die grosse Zartheit und Veränderlichkeit der motorischen Endplatte erschwert ein weiteres Studium beträchtlich. Hört der Axenzylinder wirklich auf, indem er sich zu jener verbreitert? Oder findet erst im Innern der Endplatte die Endigung des Axenzylinders statt, so dass jener etwa die Bedeutung eines Polsters zu ertheilen wäre?

Nehmen wir die Muskelfäden der Eidechse, so gewinnt man hier (Fig. 179) unter Umständen ein eigenthümliches interessantes Bild. Bei der Einsenkung in die Endplatte theilt sich der Axenzylinder der Nervenfasern (bc), und geht, rasch das Mark verlierend, unter fortgehender Verzweigung in eine blasse, stumpfästige, geweihartige Figur über (dd). Unter dieser Ausbreitung liegt erst die molekuläre kernhaltige Substanz. Man verdankt KÜHNE diese Beobachtung. Ich habe bei Nachprüfungen Aehnliches gesehen; allein wir sind hier einmal wieder an der Grenze der heutigen Mikroskopie. KÜHNE nannte übrigens jene geweihartige Bildung die eigentliche Endplatte.

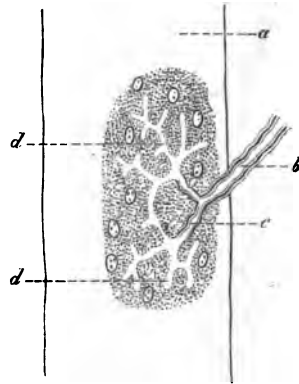


Fig. 179. Muskelfaden (a) der Eidechse; b Nervenfasern; c ihre Aeste mit der eigenthümlichen Endfigur d .

Dieses ist unserer Erfahrung nach der gegenwärtige Thatbestand. Andere vertreten abweichende Ansichten, so noch in jüngster Zeit ARNDT und GERLACH. Es ist uns unmöglich, hier in Polemik einzutreten, umsomehr, als hier ein Grenzbezirk gegenwärtiger mikroskopischer Wahrnehmung vorliegt.

Ueber die Nervenendigung im Herzmuskel existiren zur Zeit nur Vermuthungen.

Auch mit den Nerven der glatten Muskulatur sieht es wenig erfreulich aus.

Schon vor längeren Jahren hatten in jener Gewebeformation verschiedene Forscher (BEALE, ARNOLD, HIS, KLEBS u. Andere) Geflechte oder Netze blasser feiner Nervenfasern angetroffen mit Kernen in den Knotenpunkten. Man hat dieses Netz als ein terminales betrachten wollen. Andere sind aber weiter gegangen; ob mit Recht, bezweifeln wir allerdings.

ARNOLD, welcher diesen Dingen wohl am genauesten nachgespürt hat, berichtete uns später darüber Folgendes:

Die Nervenstämmchen des glatten Muskelgewebes (Fig. 180) bestehen theils aus markhaltigen, theils marklosen Fasern. Letz-

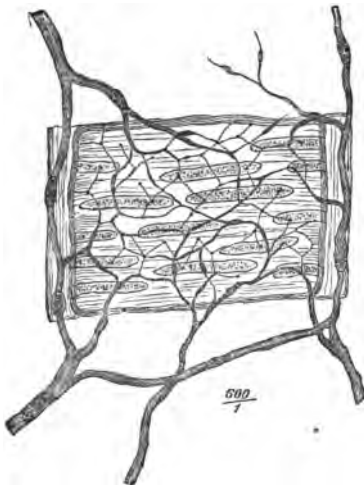


Fig. 180. Die Endigung der Nerven in der glatten Muskulatur einer Froscharterie.

tere sind zu bis 0,0048—0,0023 mm messenden kernbesetzten Fädchen verfeinert. Schon äusserlich in dem die Muskelmassen umhüllenden Bindegewebe kommt ein weitmaschiges, stellenweise mit Ganglienzellen versehenes Geflecht, ARNOLD's sogenannter Grundplexus, vor. Von letzterem treten einmal markhaltige Fasern aus, zu blassen längsstreifigen kernhaltigen Bändern von 0,0044—0,005 mm Quermesser werdend. Allmähig ver-

schmälern sich letztere zu 0,0048—0,0023 mm.

Von ihnen — doch treten auch direkt blasse, also marklose Fasern aus dem Grundplexus ein — wird ein zweites, abermals ziemlich weitmaschiges Netz hergestellt, wiederum mit Kernen in den Knotenpunkten. Das ist ARNOLD's intermediäres Netz. Es liegt der glatten Muskulatur entweder dicht an, oder schon in Bindegewebe zwischen den einzelnen Lagen des erst genannten Gewebes.

Aus diesem zweiten Plexus lösen sich feine Fasern, anfangs noch mit Kernen besetzt. Sie dringen unter rascher Verfeinerung zwischen die kontraktile Faserzellen ein. Zuletzt nach wiederholten Theilungen sind sie zu Fibrillen von nur 0,0005—0,0003 mm herabgesunken. Sie sollen ein neues, jetzt aber sehr engmaschiges Geflecht dritter Ordnung, den intramuskulären Plexus, zwischen den Spindelzellen des Gewebes bilden.

Von letzteren setzen sich äusserst feine Fädchen, höchstens 0,0002 mm stark, also Primitivfibrillen, in die Faserzelle fort. Sie sollen in den Kernkörperchen endigen, behauptete der Entdecker FRANKENHÄUSER. ARNOLD ist darüber bereits zweifelhaft.

Als ich die muskulösen Gefässwandungen des Frosches an der Hand der besten üblichen Methoden vor ein paar Jahren untersuchte, sah ich nur Nervengeflechte. Auch KLEIN kam nicht weiter. Ich vermuthete, dass die Vorgänger — hier im schwierigsten Gebiete — sich getäuscht haben.

Sehr vieles ist seit Jahren über die Nerven der Hornhaut des Auges gearbeitet worden. Wir begegnen hier einer doppelten Endigungsweise, einer im eigenthümlichen Hornhautgewebe und einer andern in der Epithelialschichtung der freien Vorderfläche. Letztere ist sicher sensibler, erstere höchst wahrscheinlich motorischer Natur.

Die Hörnhautnerven treten an der Peripherie als Bündel feiner, anfangs markhaltiger Fasern ein. Bald ist die Markscheide verloren; wir gewinnen blasse Fäden, welchen man hier wie in der glatten Muskulatur anfänglich noch die Bedeutung der Axenzylinder und später der Primitivfibrillen (S. 207) zuschreiben muss. Auch in der Hornhaut trifft man von hinten nach vorn eine Reihe übereinander gelagerter Nervengeflechte mit evidenten Fasertheilungen.

Ein beträchtliches Kontingent letzterer endigt im Kornealgewebe. Wie? ist unbekannt. Eine frühere Angabe KÜHNK's, wornach die Primitivfibrillen zuletzt mit den Hornhautzellen (S. 64) sich verbinden sollten, konnte nicht bestätigt werden.

Aus dem oberflächlichsten Nervenplexus der Hornhaut dringen, wie namentlich COHNHEIM nach dem Vorgange HOYER's gezeigt hat, feinste Nervenfädchen (Primitivfibrillen oder Bündelchen der letzteren) ins geschichtete Plattenepithel der genannten *Conjunctiva corneae* ein. Senkrecht aufsteigend und sich nochmals verzweigend entswinden sie zuletzt in den oberflächlichsten Lagen abgeplatteter Zellen (Fig. 36 d e f).

Ueber die Endigung der Nerven drüsiger Organe wissen wir nichts Sicheres. Dass die Submaxillaris in ihrer Absonderung von nervösen Einflüssen sehr abhängig ist (S. 148), ist bekanntlich eine ältere physiologische Erfahrung. Dasjenige, was PFLÜGER für Speicheldrüse und Leber mittheilte, hat sich nicht bestätigt. Andere Angaben KRAUSE's müssen ebenfalls noch genauer geprüft werden.

Gehen wir jetzt zu den sensibeln Nerven über, so begegnen wir hier dreierlei Verhältnissen:

- a) Ein Theil derselben läuft in ansehnliche und zum Theil recht verwickelte, grössere oder grosse Gebilde aus.
- b) Andere nehmen in kleinen Körperchen des Epithels ihr Ende.
- c) Die höheren Sinnesnerven gehen endlich in ganz eigenthümliche spezifische zellige Elemente, sogenannte »Sinneszellen« aus.

Wir besprechen zunächst die beiden ersteren Endigungen. Der letzten und dritten haben wir bei den Sinnesorganen am Schlusse dieser Vorlesungen zu gedenken.

Die grösseren Endapparate sensibler Nerven sind:

1) Die KRAUSE'schen Endkolben, 2) die PACINI'schen Körperchen und 3) die WAGNER-MEISSNER'schen Tastkörperchen.

Beginnen wir mit den ersteren. Die von KRAUSE entdeckten Endkolben, vereinzelt und im ungünstigen Schleimhautgewebe nicht leicht aufzufindende Vorkommnisse, sind gerade keine Lieblinge der Histologen. Nur KÖLLIKER und ich sind für sie vor

Jahren eingetreten. Damals schon bezweifelte ARNOLD ihre Existenz. Kürzlich erklärte uns WALDEYER, ein trefflicher Forscher, dass auch er jene Dinger nicht aufzufinden vermocht habe. Für das Kalb kenne ich sie; für den Menschen fehlt es mir an Autopsie.

Nach KRAUSE kommen die Endkolben vor in der *Conjunctiva bulbi*, in der Schleimhaut am Boden der Mundhöhle, an den *Papillae fungiformes* und *circumvallatae* der Zunge, an der *Glans penis* und *clitoridis*. Auch bei Säugethieren traf sie der Entdecker in nicht unbeträchtlicher Verbreitung.

Nehmen wir die Bindehaut der Sklera eines Kalbsauges (Fig. 181), verfolgen wir den Nervenlauf durch die abgelöste Mukosa, so begegnen wir nach langen Zwischenräumen einmal (*) einer dichotomischen Theilung der doppelt kontourirten Nervenfasern (c). Dann nach kürzerer oder längerer Verfolgung des Astes gelangen wir zu einem auffallenden Gebilde (a). Es ist ein länglich ovaler, zuweilen leicht umbogener Körper (im grössten Durchmesser 0,0754—0,4409 mm, im queren etwa den vierten Theil betragend). Bei Mensch und Affe soll das Gebilde nach KRAUSE Kugelgestalt besitzen.

Kehren wir zum Kalbe zurück. Eine matte, kernführende, mässig dicke Hülle mit einem eingeschlossenen wasserhellen, homogenen, ziemlich dickflüssigen Inhalt tritt uns da entgegen.

Die Primitivscheide des Nervenstammes oder Nervenastes gibt ihr Neurilemma in diese Hülle ab; oder, um uns vielleicht verständlicher auszudrücken, aus jenem wird unter Massenzunahme die Wandung des Endkolbens.

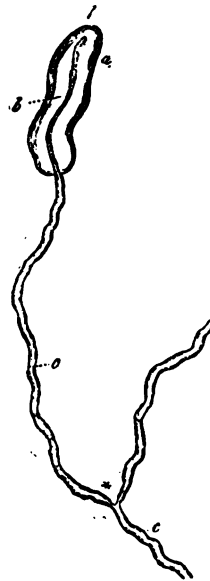


Fig. 181. Endkolben aus der Konjunktiva des Bulbus vom Kalb. a Endkolben; c Nervenfasern, bei * sich verästelnd; b Axenzylinder.

Bei erster flüchtiger Betrachtung könnte man vermuthen, die Nervenfaser habe damit geendigt. Man würde sich indessen sehr täuschen. Denn nach Verlust der Markscheide geht der wesentlichste Bestandtheil der Nervenfaser, der Axenzylinder, durch das Gebilde hindurch, um am oberen Pole, zuweilen mit leichtester Anschwellung zu endigen.

Das ist der Endkolben, soweit ich ihn kenne.

Ueber die PACINI'schen Körperchen (Fig. 182) liegt ein reichliches und nicht mehr anzuzweifelndes Material vor.

Es ist sonderbar mit diesen Gebilden gegangen.

Schon vor mehr als 130 Jahren erkannte man dieselben. Sie wurden 1744 in der Doktor-Dissertation eines gewissen LEHMANN beschrieben, nachdem sie ein damaliger Professor VATER entdeckt hatte. Man vergass diese Dinge fast während dreier Menschenalter.

Erst in den 30er Jahren fanden sie ohne Ahnung des Vorgängers wiederum auf PACINI von Pistoja und fast gleichzeitig Pariser Aerzte bei Gelegenheit eines anatomischen Konkurses. Die Aufmerksamkeit der deutschen Forscher wurde besonders durch die

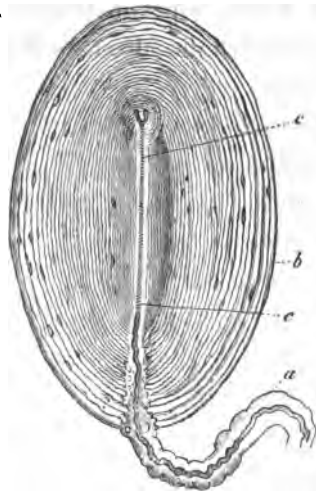


Fig. 182. PACINI'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze. *a* Nervenfasern mit Hülle, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Axenkanal oder Innenkolben, in dem getheilt die Nervenröhre endigt.

Monographie HENLE's und KÖLLIKER's im Jahre 1844 auf unsere Gebilde gelenkt. Ich hatte sie damals als Student in Göttingen in der Bauchhöhle der Katze schon vorher gefunden, und den eintretenden Nerven gesehen.

Doch lassen wir diese historischen Reminiszenzen; gehen wir zum Thatsächlichen über.

Die PACINI'schen Körperchen erscheinen als 1—2^{mm} und mehr messende elliptische Gebilde, bald mehr verlängert, bald mehr in die Breite entwickelt. Ohne Mikroskop erkennen wir sie prall, ziemlich fest, halbdurchsichtig, mit weissem Axenstreifen.

Man begegnet ihnen im menschlichen Körper regelmässig an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, namentlich der Finger und Zehen. Sie wechseln hier in ihrer Gesamtmenge von 600 bis 1400 Exemplaren. Daneben kommen sie noch mannigfach, aber vereinzelt vor.

Bei Säugethieren begegnen wir ihnen an der Planta der Füsse. Eine treffliche Lokalität ist aber das Mesenterium der Katze. Manche letzterer Thiere enthalten sie hier in Unzahl; bei anderen kann man sich dagegen mühen und quälen, um nur 6—12 Stück im Ganzen aufzufinden.

Das Kapselsystem der PACINI'schen Körperchen (b) ist viel verwickelter gebaut als die einfache Hülle des Endkolbens.

Es besteht nämlich aus einer beträchtlichen Anzahl übereinander gebetteter, durch flüssige Zwischenmasse ausgespannt erhaltener dünner, bindegewebiger Membranen. Diese schienen früher Kerne in ihrer Wandung zu beherbergen. Nach den Untersuchungen HOYER's aber werden ihre Innenflächen von einem dünnen Ueberzug gekernter Endothelzellen bekleidet. Die äusseren Kapselsysteme stehen weiter von einander entfernt, der Krümmung des ganzen Gebildes folgend; die inneren rücken näher zusammen, verlieren an seitlicher Wölbung, und umgeben zuletzt einen Axenkanal. Dieser, der sogenannte Innenkolben (c), kann dem KRAUSE'schen Körperchen verglichen werden. Eine homogene, ziemlich resistente Masse erfüllt ihn.

Nach abwärts tritt das Kapselsystem zu einer stärkeren bindegewebigen Röhre zusammen (a). Durch sie läuft eine breite oder mittelstarke, immerhin aber doppelrandige Nervenfaser. Eintretend in den Innenkolben verliert sie (bei c unten) die Markscheide; sie wird zum Axenzylinder und endigt gegen den oberen geschlossenen Pol hin meist ungetheilt, zuweilen (und dann im

Einzelnen wechselnd) gespalten (*c* oben). Dieser Axenzylinder ist der schönste, welchen man kennt. Er zeigt längsstreifigen Bau, und besteht aus Primitivfibrillen.

Wenden wir uns endlich zu den sogenannten Tastkörperchen der äusseren Haut des Menschen (Fig. 483). Sie gehören

— darüber kann kein Zweifel herrschen — zur Verwandtschaftsreihe der Endkolben und PACINI'schen Gebilde. Aber die Nervenendigung kennt man hier noch nicht.

In einer vorhergegangenen Vorlesung (S. 62) bemerkten wir, dass die Lederhaut des Menschen papillenartige Vorsprünge, bald höhere, bald niedrigere, entwickelt. Nehmen wir die Volarfläche der Finger und Zehen, die Hohlhand und Fusssohle, die Ferse endlich, so treffen wir hier Papillen doppelter

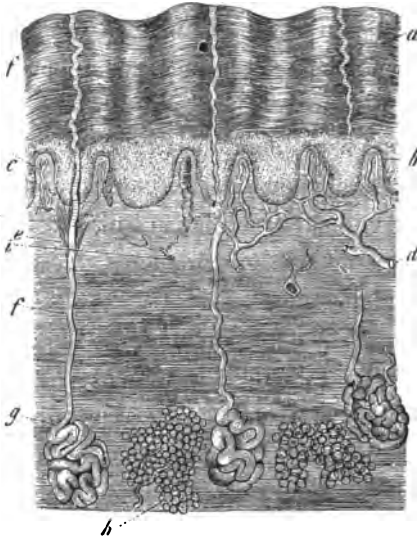


Fig. 183. Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* MALPIGHI'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subkutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.

Natur. Ein Theil enthält eine Gefässschleife (*b*); andere, gefässlos, beherbergen die Nervenendigung (oberhalb *i*). Die Menge jener Nervenpapillen ist am grössten an der Volarseite der Fingerspitze; von da an nimmt sie konstant ab. Weniger begünstigt sind die Zehen; doch auch hier herrscht das gleiche Gesetz der Verminderung gegen die Fusssohle hin. Indem wir Weiteres übergehen, sei nur bemerkt, dass allein der Affe, unser nächster körperlicher Verwandter, noch Tastkörperchen darbietet. Den übrigen Säugethieren fehlen sie.

Ein Tastkörperchen (Fig. 184) ist entweder oval oder bei geringerer Dimension rundlich. Sein Durchmesser schwankt von 0,0133—0,0037^{mm}. Es liegt im Axentheile der Papille, und besteht aus homogener Binde substanz mit quer und schief gelagerten Kernen. Das ganze Ding bekommt dadurch ein eigenthümliches, an einen Tannenzapfen erinnerndes Ansehen. Die Nervenfasern (mit ihren Stämmchen von unten her aufgestiegen) erreichen einfach, doppelt oder zu drei und vier unser Gebilde. Ihr Neurilemm geht in die Kapsel über. Sie selbst treten vielfach nach vorherigen bogenartigen Excursionen oder schleifenartigen Umwicklungen in das Tastkörperchen ein. Blass geworden, zu Axenzylindern umgestaltet, entschwinden sie hier bald dem Auge.

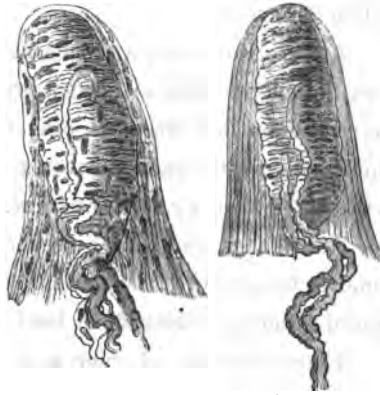


Fig. 184. Zwei menschliche Tastwärtzchen aus der Haut der Volarfläche des Zeigefingers. Im Innern der Papille das Tastkörperchen, in dessen Gewebe die Nervenfasern eintreten.

Wir haben damit jene eigenthümlichste Endigungsweise sensibler Nerven kennen gelernt.

Wie endigen aber Millionen anderer einfach sensibler Nerven fäden? Diese Frage erheben wir nun.

Davon wissen wir zur Zeit leider nur wenig. Man hat vielfach hier von terminalen Netzen feinsten Nervenfasern berichtet, sowohl für den Frosch wie das Säugethier.

Ferner steht fest, dass mitunter die letzten Endfädchen sensibler Nerven in das Epithel vordringen und in ihm endigen. Das schönste Beispiel der Art haben wir schon oben (S. 217) für die Hornhaut des Auges kennen gelernt (Fig. 36). Die Primitivfibrillen liefen hier zwischen den epithelialen Zellen aus.

Andere berichten von einem Eindringen jener in die Zelle und von einem Endigen im Kernkörperchen; so HENSEN für die Haut des Frosches, LIPMANN für das hintere Hornhautepithel desselben Thieres.

Andere Hautnerven erscheinen zuletzt in Gestalt feiner markloser Fädchen, welche einmal in kleine $0,0088—0,0033\text{ mm}$ dem menschlichen *Rete Malpighii* eingebettete Zellen endigen, oder zum Theil auch weiter nach aufwärts ziehen. Man hat jene LANGERHANS'sche Körperchen genannt.

Aehnliches hat man hinterher für das Epithel sehr verschiedener Schleimhäute beobachtet, und bald jene LANGERHANS'schen Gebilde hierbei angetroffen, bald sie auch vermisst.

Eigenthümlich scheinen sich die Zahnnerven zu verhalten (BOLL). Man kannte schon seit langer Zeit in der Wandung des Zahnsäckchens enthaltene markhaltige Nervenröhren von $0,0067$ bis $0,0038\text{ mm}$ Quermesser.

Sie bilden nach aufwärts ein gestrecktes Nervenetz.

Aus dem dichotomischen Zerfall jener Nervenröhren entstehen in Unzahl sehr feine Primitivfibrillen. Sie drängen sich durch den Ueberzug der Odontoblasten (S. 80), erreichen die Innenfläche der Dentine, und senken sich wahrscheinlich in Zahnröhrchen ein. Letztere hätten demnach einen doppelten Inhalt, ein Theil die fadenförmigen Ausläufer der Odontoblasten und dann ein Rest jene nervösen Fädchen. Die Empfindlichkeit der Dentine ist übrigens den Zahnärzten längst bekannt.

Einundzwanzigste Vorlesung.

Die Zentralorgane des Nervensystems. Die Ganglien und das Rückenmark.

Wo Ganglienzellen sich ansammeln, da hebt die Bildung eines nervösen Zentralorganes an. Also von jenen kleinsten, nur durch das Mikroskop zu entdeckenden Zellen bis herauf zu Gehirn und Rückenmark mit ihren gewaltigen, vielfach zusammenhängenden, grauen Massentheilen zieht eine fortgehende Entwicklungsreihe. Aber unser Wissen über letztere ist zur Zeit sehr ungenügend; es fehlt an Methoden, derartig verwickelte Strukturen zu bewältigen.

Besprechen wir zunächst die peripherischen Ganglien oder Nervenknotten (Figur 185). Eine bindegewebige Hülle, ein modifizirtes Perineurium, umhüllt das Organ. Es sendet in das Innere durchbrochene blattartige Fortsätze, die Träger eines ziemlich entwickelten Haargefäßnetzes. Die unregelmässigen und also zusammenhängenden Hohlräume sind von dicht an einander gelagerten bindegewebig umhüllten Ganglienzellen (*d, e, f*) erfüllt.

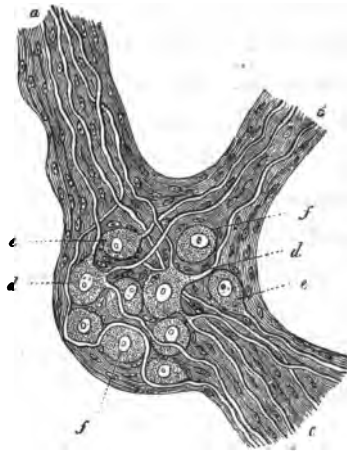


Fig. 185. Ein sympathisches Ganglion des Säugetieres, schematisirt. *a, b, c* Die Nervenstämme; *d* multipolare Zellen (*d** eine mit sich theilender Nervenfaser); *e* unipolare; *f* apolare.

Zwischen ihnen laufen vereinzelte Nervenfasern oder Bündel derselben. Eine frühere Zeit glaubte, dass beiderlei Elemente, die zelligen und fasrigen, nur nebeneinander lägen. Man unterschied damals durchsetzende Primitivfasern, welche meistens bündelweise und gestreckt den Knoten durchlaufen, sowie umspinnende, die vereinzelt unter mannichfachen Windungen die engen Lücken zwischen den Ganglienkörpern durchsetzen, um hinterher dem austretenden (ein- oder mehrfachen) Nervenstamm sich wieder zuzugesellen.

Diese Verlaufsweisen kommen (allerdings durch Uebergänge vereinigt) in Wirklichkeit vor. Dass aber die Ganglienzelle mit der Nervenfaser Verbindungen eingeht, wissen wir bereits. (Fig. 175).

Bei den Ganglien der Fische und Amphibien ist das Bindegewebe schwach entwickelt. Die Isolation der Elemente gelingt also hier leichter; doch haben wir kein irgendwie befriedigendes Ergebniss aufzuweisen. Die Nervenknotten der höheren Thiere sind aber von einem festeren Bindegewebe in überreicher Fülle durchsetzt. Die Zerpulung führt uns leider nur Trümmer des nervösen Einschlusses vor.

Den Anforderungen des Physiologen, welcher ein Verständniss wünscht, kann der Mikroskopiker zur Zeit nicht hier genügen — und soll es auch nicht. Denn er würde ein dürftig Gesehenes mit Hypothesen zum übersichtlichen Bilde zu verbinden haben. Kommenden Geschlechtern der Menschen wird einmal die Leuchte eines besseren Verständnisses angezündet sein; wir tapfen im Dunkeln.

Nehmen wir einen Spinalknoten der Fische mit seinen Ganglienkörpern. Der grössere Theil letzterer ist sicher bipolar, d. h. die Zelle ist in den Verlauf einer breiten sensiblen Rückenmarksfaser eingeschoben (Fig. 175 a).

Da die Elemente des Sympathikus bei Fischen schmale markhaltige Nervenfasern darstellen, so werden wir demgemäss feine, mit kleineren Ganglienkörpern verbundene Fasern für

sensible Elemente jener Abtheilung des Nervensystemes erklären dürfen (b).

Man begegnet ferner in unserem Knoten noch kleineren unipolaren Zellen (c). Ihre schmale, also sympathische, Nervenfasern zieht nach abwärts, verbreitet sich also peripherisch. Das Ganglion wäre mit diesen letzteren Bestandtheilen eines der vielen Zentren des Sympathikus, gleich allen übrigen Nervenknotten des Fischkörpers.

Aber schon beim Frosche wird die Sache viel schwieriger. Bipolare Ganglienzellen, in die Bahn einer sensiblen Rückenmarksfaser eingeschoben, sind nicht sicher festgestellt. Sympathische bipolare Ganglienzellen ebenfalls nicht. Nur die unipolare Zelle mit der abwärtsstreichenden schmalen sympathischen Nervenfasern kennen wir da.

Ueber die gleichen Nervenknotten des Säugethieres wissen wir zur Zeit so viel als nichts.

Gehen wir nun zum Sympathikus im Sinne der alten Anatomie über. Beim Frosche können wir hier wenigstens unipolare Ganglienzellen darthun. Andere machen uns den Eindruck der apolaren; ob mit Recht, mag dahin gestellt bleiben.

Ich habe vor 46 Jahren an der Hand der REMAK'schen Untersuchungen die schematische Figur 185 als sympathisches Ganglion des Säugethieres gezeichnet. Ich wiederhole das Bild hier; nicht darum, weil ich das Ding für vollkommen halte (ich bin weit davon entfernt), sondern deshalb, weil ich nichts Besseres in sicherer Weise als Ersatz zu bieten vermag. So wenig kamen wir vorwärts in jener langen Epoche! REMAK, jener ausgezeichnete Forscher, hatte multipolare Ganglienzellen hier angetroffen. Er schrieb ihnen 3—42 Fortsätze zu, welche durch weitere Ramifikationen auf das Doppelte bis Dreifache sich zu vermehren vermöchten. Aus ihnen sollten zuletzt Nervenröhren werden. Das kann nach demjenigen, was wir oben (Fig. 476) über Protoplasma- und Axenzylinderfortsätze der Ganglienzellen kennen gelernt haben, nicht

wohl richtig sein. Genauere wiederholte Untersuchungen erscheinen demgemäss dringend nothwendig. Doch wer macht sie?

An die grösseren sympathischen Nervenknoten reiht sich eine Menge kleiner und kleinster an. So im Ziliarmuskel und in der Chorioidea des Auges, an den zum Schlund und zur Zunge ziehenden Ausbreitungen des *Nervus glossopharyngeus*, an den Zungenzweigen des *Ramus lingualis* des fünften Nerven. In der Wand des Kehlkopfs, der Bronchien, im Innern der Lunge und im Herzmuskel begegnen wir ferner ähnlichen kleinen ganglionären Anschwellungen.



Fig. 186. Ganglion aus dem submukösen Dünndarm-Geflechte des Säuglings. a Knoten mit den Ganglienzellen; b, c Nervenstämmchen mit den blassen kernführenden Fasern. 2 Ein Nervenstämmchen eines fünfjährigen Knaben.

In der Wandung des Verdauungsapparates liegt, einmal der Submukosa angehörig, ein entwickeltes Geflecht kleiner Nervenknötchen; dann kommt im Bereich der Muskulatur jenes zwischen Längs- und Ringsfaserlage, der von AUERBACH entdeckte *Plexus my-*

entericus mit seinen vielfach multipolaren Zellen (L. GERLACH) vor. Ersteres Geflecht scheint motorischer und sensibler Beschaffenheit zu sein; letzteres besitzt wohl vorwiegend erstere Natur. Auch in den Harn- und Generationsorganen, ebenso in drüsigen Gebilden stösst man auf derartige kleine Ganglien. Unsere Fig. 186, ein Nervenknötchen des submukösen Plexus, mag das versinnlichen. Bei a erblicken wir das Ganglion mit den marklosen kernbesetzten Fasern; bei 2 ist ein ähnliches Nervenstämmchen isolirt.

Wenden wir uns nun zum Zerebrospinalsystem, zu Rückenmark und Gehirn.

Das Rückenmark (Fig. 187) stellt bekanntlich einen zylindrischen Strang dar, bestehend aus innerer grauer und äusserer weisser Masse. Beide bilden durch die ganze Länge des Rückenmarks zusammenhängende Substanzlagen. Die graue Masse formt auf Querschnitten ein unregelmässiges lateinisches H. Man unterscheidet demgemäss vordere

(d) und hintere Hörner (e). Letztere sind dann von Rolando's »gelatinöser« Substanz umzogen. Im Zentrum des Ganzen gewahren wir den von Zylinderzellen bekleideten

Axenkanal (a), den letzten Rest eines in früher Fötalzeit viel weitern Hohlraumes. Zwei tiefe Furchen, *Fissura anterior* (b) und *posterior* (c) schneiden fast bis zum Zentrum ein. Vor diesem existirt eine nervöse Faserkreuzung, *Commissura anterior* (f); hinter dem Axenkanal begegnen wir einer vorwiegend bindegewebigen Masse, der sogenannten *Commissura posterior* (h). Die weisse umhüllende Masse zeigt den vorderen Strang (e), den seitlichen (m) und den hinteren (n), wesentlich aus längslaufenden markhaltigen Nervenfasern bestehend. An der Grenze von Vorder- und Seitenstrang treten die motorischen Wurzeln der Spinalnerven zur grauen Masse hindurch (i); zwischen mittlerem und hinterem Strangsysteme gewahren

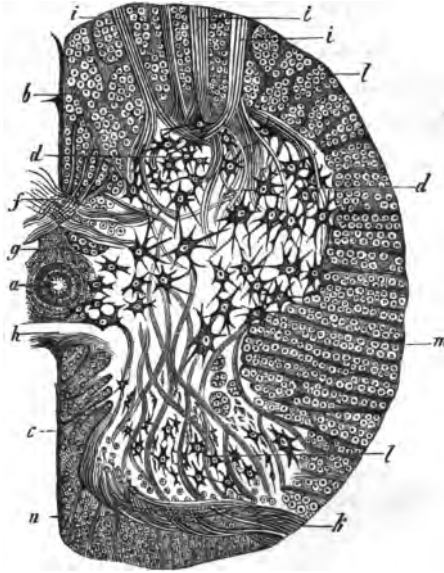


Fig. 187. Querschnitt durch die untere Hälfte des menschlichen Rückenmarks. a Zentralkanal; b *Fissura anterior*; c *Fissura posterior*; d Vorderhorn mit den ansehnlichen Ganglienzellen; e Hinterhorn mit kleineren; f vordere weisse Commissur; g Gelatinesubstanz um den Zentralkanal; h hintere graue Commissur; i Bündel der vorderen und k hinteren Spinalwurzel; l vorderer; m seitlicher und n Hinterstrang.

wir, sich durchschiebend, die hinteren sensiblen Wurzeln jener Nerven (*k*).

Ein zartes Bindegewebe durchsetzt als Stütz- und Gerüstmasse das ganze Organ. Es ist der Träger des ernährenden Blutgefäßsystems.

Besprechen wir zunächst jenes bindegewebige Substrat!

In der Nähe des Axenkanals tritt unsere Stützsubstanz am reinsten hervor; nach auswärts gegen die Peripherie der grauen Masse wird sie reichlich von nervösen Elementen durchsetzt. Man hat dem Ding den Namen der *Neuroglia* gegeben (*VIRCHOW*).

Indem wir untergeordnete Variationen hier natürlich übergehen, bezeichnen wir jenes Stützgewebe als eine sehr zarte und höchst zersetzliche, fein netzförmige Masse mit Kernen in den Knotenpunkten, so dass also hier Zellenkörper gegeben sein dürften. (Fig. 188). Die kleinen Spältchen sind durchsetzt von einem chaotischen Gewirre feinsten Nervenfibrillen;

in grösseren Lücken liegen Ganglienzellen.



Fig. 188. Neuroglia aus der grauen Masse des menschlichen Zentralnervensystems (Cerebellum) mit eingebetteten Kernen.

Gehen wir noch weiter zur Peripherie des Rückenmarks, gelangen wir zu den weissen Strangsystemen, so ist hier das bindegewebige Substrat allerdings derber und fester geworden. Bald mehr

homogen, bald mehr streifig erscheinend und in einzelnen Knotenpunkten wiederum Kerne enthaltend, bildet es ein Scheidensystem, freilich ein unvollkommnes, welches die absteigenden Nervenfasern als durchbrochenes Hüllenwerk umschliesst (Fig. 470). Stärkere, bindegewebige, gefäßführende Züge strahlen aus zur *Pia mater*, welche bekanntlich die Oberfläche des Rückenmarks umgibt. Diese Hülle sendet endlich Falten mit ansehnlicheren Blutgefäßen in die vordere und hintere Längsspalte des Organs.

Die Gefäßnetze der weissen Masse, eine radiäre Anordnung nicht verleugnend, sind spärlich und weitmaschig. Dicht und

engmaschig fällt dagegen das Kapillarnetz der grauen Substanz aus; letztere ist sehr blutreich.

Betrachten wir jetzt den nervösen Inhalt des bindegewebigen Fachwerks.

Die weisse kortikale Masse besteht wesentlich aus vertikal laufenden markhaltigen Nervenröhren von 0,0029 bis hinauf zu 0,009 ^{mm} Quermesser. Die dicksten Fasern zeigt der Vorder-, die feinsten der Hinterstrang, namentlich gegen die *Fissura posterior* zu. Hier bildet letzterer den Goll'schen oder Keilstrang. Auch die inneren, d. h. den grauen Hörnern anliegenden Nervenfasern pflegen feiner zu bleiben als die äusseren Gefährten.

Durchsetzt werden jene längslaufenden Fasermassen von den Bündeln der transversal und schief aus- und eintretenden Rückenmarkswurzeln.

Die vorderen oder motorischen der letzteren gelangen zum Vorderhorn (Fig. 487 i), und strahlen pinselförmig nach allen Richtungen hin in letzteres ein.

Betrachten wir also jetzt diese graue Masse des Vorderhorns.

Hier (d) liegen Gruppen grosser multipolarer Ganglienzellen nach Art unsrer Figur 476. Der sogenannte Axenzylinderfortsatz (a) ist der Anfang der motorischen Nervenfaser, ihr Axenzylinder. Dieses steht meiner Erfahrung nach fest, obgleich man es auch neuerdings bezweifelt hat (GOLGI). Leicht zu beobachten ist das Ding allerdings nicht; es ist und bleibt aber das beste Stück unseres dermaligen Wissens über den Ursprung nervöser Elemente in dem so unendlich verwickelten Organe.

Wendet man sich mehr rückwärts gegen das Hinterhorn, so begegnet man meistens kleineren, nicht selten spindelförmigen Zellen (l) mit derselben Duplizität des Ausläufersystems. An dem Grunde des Hinterhorns mehr nach einwärts liegt noch eine Gruppe rundlicher kleinerer Ganglienzellen. Das sind die CLARKE'schen Säulen.

Man hat die zelligen Elemente des Hinterhorns gewöhnlich für sensible genommen, und sie mit dem Ursprung der hinteren

Wurzelfasern in Beziehung gebracht. Doch beweisen lässt sich das nicht.

Die Frage tritt an uns heran: was wird aus dem zweiten Ausläufersystem (Fig. 476), aus den sogenannten Protoplasmafortsätzen?

Ihre seitlichen feinsten Fädchen (*b*) gleich den Endausstrahlungen der Zweige selbst galten DEITERS, wie wir schon wissen, für nervöse Primitivfibrillen. Aus ihnen — und sie könnten von verschiedenen Zellen abstammen — sollte sich zuletzt ein Axenzylinder zusammensetzen. Zu einer anderen Ansicht ist später GERLACH gelangt. Nach ihm verbinden sich die Endverzweigungen jenes Ausläufersystems zu einem engen feinen Netzwerk, aus welchem dann erst durch den Zusammentritt dünnster Fädchen Nervenfasern entspringen sollen. Den eigentlichen Zellen des Hinterhorns spricht der letzterwähnte Forscher den Axenzylinderfortsatz völlig ab. Er statuirt also für motorische und sensible Zellen eine fundamentale anatomische Differenz. Ich traue weder den DEITERS' noch den GERLACH'schen Angaben. Wir können mit den Hilfsmitteln der Gegenwart eben leider kein sicheres Resultat erzielen. Alles bleibt Vermuthung. Die Verlaufsweise der Bündel der hinteren sensiblen Wurzel ist aber leider noch weit komplizirter, als es diejenige der vorderen war, und die Fasern verschmälern sich beim Eintritt in die graue Masse hier beträchtlicher. Sonach gestaltet sich unser Wissen hier noch unvollkommener.

Der grössere Theil der Faserbündel scheint eine chaotische Bahn durch die Hinterstränge einzuhalten, um später von der Seite her in den konvexen, d. h. nach Innen gekehrten Theil des Hinterhorns einzutreten (*k*). Hier zeigt sich die *Substantia gelatinosa Rolandi* von feinsten Nervenfasern durchsetzt. Letztere sollen theils zur Basis des Hinterhorns ziehen, theils die CLARKE'schen Säulen erreichen. Ueber letztere hinaus erstrecken sich ferner noch andere Faserzüge mehr nach vorne. Selbst in beide Kommissuren sollen sensible Faserbündel eintreten können.

Wir kommen nun zur Frage: was bedeuten die weissen längslaufenden Strangsysteme?

Dass sie nicht die umgebogenen, zum Gehirn ziehenden Faser-massen der Rückenmarkswurzeln darstellen, wie man in früherer Epoche annahm, bedarf nach demjenigen, was wir über jene Wurzeln kennen gelernt haben, keiner Erörterung mehr.

Nach den Ansichten DEITERS' kommen jene weissen vertikalen Faserzüge aus einer Querebene der grauen Masse hervor, um in eine andere später sich einzusenken. Die Rückenmarkswurzeln endigten also in den Ganglienzellen, und letztere sendeten als vereinfachte Fortsetzungen jene Vertikalfasern des weissen Strangsystems ab. Jene Zellengruppen wären demgemäss ein provisorisches Zentrum.

Die ferneren Verbindungen der Ganglienkörper, sowohl der gleichwerthigen unter einander als der motorischen mit den sensiblen Zellen, sind bis zur Stunde in das tiefste Dunkel gehüllt.

Gedenken wir noch schliesslich in der Unsicherheit unseres Wissens der Querkommissuren des Rückenmarks. Die vordere zeigt auf das Deutlichste ächte Nervenfasern. Die Züge derselben entspringen aus der grauen Masse der einen Hälfte (ohne dass wir die Art der Entstehung kennen), um auf- und absteigend die Faser-masse des Vorderstrangs auf der anderen Seite zu gewinnen. Man hat daraus eine totale Kreuzung der motorischen Bahnen unseres Organs ableiten wollen.

Auch die hintere Kommissur enthält neben bindegewebigen Bestandtheilen feine nervöse Faserzüge.

Zweiundzwanzigste Vorlesung.

Die Zentralorgane des Nervensystems. (Fortsetzung.) Das verlängerte Mark und das Gehirn.

Das Rückenmark, wie wir erfuhren, ist mit den Forschungsmethoden der Gegenwart nicht zu bewältigen.

Noch viel misslicher sieht es mit der weit komplizirter gestalteten *Medulla oblongata*, dem verlängerten Mark aus. Wie bei dem später zu besprechenden Gehirn wird es hier kaum möglich, das vorhandene, zum Theil sich widersprechende Material in ein kurzes übersichtliches Bild zusammen zu drängen. Wir beschränken uns deshalb auf eine fragmentarische Erörterung.

Die neuesten Bearbeitungen jenes Zentralgebildes fanden durch den Bonner Forscher DEITERS und den Wiener MEYNERT statt.

Der Axenkanal des Rückenmarks bricht in der *Medulla oblongata* dorsalwärts zur Rautengrube, *Sinus rhomboideus*, *Calamus scriptorius* auf, um sich als vierter Ventrikel vorwärts fortzusetzen. Hierdurch kommen Umlagerungen in die weissen Stränge sowie in die graue Masse des Rückenmarks. Endlich schliesst sich die vordere longitudinale Fissur zur Raphe.

Grössere Theile bilden nach vorne und innen mit ihrer Kreuzung die Pyramiden, nach aussen von ihnen die (unteren) Oliven. Dann reihen sich äusserlich die Seitenstränge und das *Corpus restiforme*, d. h. der keilförmige und zarte Strang an (Letzterer ist eine Fortsetzung des GOLL'schen Stranges (S. 234).

Gehirnwärts überlagert das Organ die Varol'sbrücke. Zur Verbindung mit dem kleinen Gehirn haben wir die Kleinhirnschenkel (mit ihren beiden Theilen, den *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* und *ad pontem*). Die Verbindung mit dem grossen Gehirn vermitteln die Hirnstiele. Zehn Hirnnerven endlich entspringen vom verlängerten Mark.

Die homogene zusammenhängende graue Substanz ändert sich hier, indem sie von Bändern der Nervenfasern durchsetzt wird. Diese Anordnung, die sogenannte *Formatio reticularis*, dehnt sich allmählich fast über die ganze *Medulla oblongata* aus.

Zusammenhängende Massen grauer Substanz bilden dasjenige, was man »Kerne« genannt hat. Ein Theil derselben ist Centrum entspringender Nerven; in anderen gewinnen wohl Fasersysteme des verlängerten Marks eine provisorische Endigung, um hinterher von solchen Stellen aus in ihren Abkömmlingen modifizirt weiter zu ziehen. Zu letzteren, den sogenannten »spezifischen Kernen« rechnen obere und untere Oliven, der DEITERS'sche Kern, der Pyramidenkern, die *Ganglia postpyramidalia*, die grauen Massen der Varolsbrücke, und in weiterer Ausdehnung noch das *Corpus dentatum cerebelli*, die grauen Massen der Kleinhirnschenkel und des grössten Theiles der Vierhügel (DEITERS).

Dazu kommt noch ein queres, bogen- und kreisförmiges Fasersystem, ARNOLD's *Stratum zonale*.

In der *Formatio reticularis*, ebenso in den Kernen, begegnen wir Ganglienzellen von der verschiedensten Gestalt und zum Theil von beträchtlicher Grösse mit Axenzylinder- und Protoplasmafortsätzen. Das Hereinbrechen grauer Masse in den *Funiculus gracilis* bringt es zuletzt mit sich, dass der Boden der vierten Hirnhöhle fast ausschliesslich von grauer Masse gebildet wird. Auch die Neüroglia, welche den Axenkanal des Rückenmarks umgab, erfährt wuchernde Vermehrung, um später an der Wand des *Aquae ductus Sylvii*, des dritten Ventrikels und des Infundibulum erheblichen Antheil zu nehmen.

Wie entspringen nun die Gehirnnerven aus dem verlängerten Mark?

DEITERS fand hier nicht allein ein vorderes und hinteres Ursprungszentrum gleich dem Rückenmark, sondern noch ein drittes seitliches. Es beginnt letzteres schon in jenem Organe, und zwar vom Vorderhorn, und gewinnt allmählich einen gemischten Charakter.

Von ihm entspringen Accessorius, Vagus, Glossopharyngeus, ebenso Facialis, Acusticus und vordere Trigeminuswurzel.

Der sensible Theil des Trigeminus soll vom hintern Ursprungssystem abzuleiten sein.

Den vorderen Rückenmarkswurzeln endlich entsprechen neben dem Hypoglossus die Augenmuskelnerven, Abducens, Trochlearis und Oculomotorius.

Auf die Nervenkerne können wir hier nicht weiter eintreten. Zu unterst mit grossen multipolaren Zellen liegen die Zentren des Hypoglossus und Accessorius.

Was wird aus den Rückenmarkssträngen innerhalb der *Medulla oblongata*?

Es kann sich, wie wir schon bemerkten, hier nur um vereinfachte Fortsetzungen jener handeln.

Die Vorderstränge, zur Seite der Raphe ziehend und durch die Pyramiden verschoben, lassen sich bis weit unter die Brücke hin verfolgen; allerdings durchbrochen von zonalen Fasern und grauer Masse, zuletzt nach eingeschobenen Ganglienzellen nur noch feinfaserig. Sie scheinen nach dem grossen und kleinen Gehirn zu ziehen.

Die Seitenstränge, den *Funiculus lateralis* bildend, gelangen wohl theilweise bis ins grosse Gehirn. Allerdings sind ihre Fasern unterbrochen und umgelagert durch die *Formatio reticularis*, den DEITERS'schen Kern, untere, Neben- und obere Olive.

Die Hinterstränge des Rückenmarks setzen sich nicht nach früherer Vermuthung als *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* direkt ins kleine Gehirn fort. Ihre Ausläufer in die *Medulla ob-*

longata, der *Funiculus gracilis* und *cuneatus*, werden durch graue eingedrungene Masse, die sogenannten *Ganglia postpyramidalia*, unterbrochen, und hören als weisse Fasermassen hier auf. Die grauen Fortsetzungen treten theils in jene *Crura*, theils (gekreuzt und ungekreuzt) zur Olive und endlich verstärkend zur Pyramide.

Die Pyramiden beginnen mit feinen Nervenfasern aus der *Formatio reticularis*. Ihnen gesellen Nervenfasern der seitlichen und hinteren Stränge sich bei. Nach der Durchkreuzung ziehen sie in den Hirnschenkeln zum grossen Gehirn, um wahrscheinlich Streifenhügel, Linsenkern, ja die Rinde der Halbkugeln zu gewinnen.

Die unteren Oliven enthalten beim Menschen in ihrer grauen Masse ein eigenthümlich gefaltetes Blatt (*Corpus dentatum*), welches weisse Masse umschliesst.

Erstere Substanz beherbergt kleine gelblich pigmentirte Ganglienzellen. Ein aus den Oliven entspringendes Fasersystem soll theils zum Cerebellum, theils zum grossen Gehirn hinziehen.

Die *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* bilden theils Ausläufer des verlängerten Marks in das kleine Gehirn; theils dürften sie motorische Fasern von letzterem nach abwärts zur *Medulla oblongata* entsenden (MEYNERT).

Wesentlich anderer Natur sind die *Crura cerebelli ad pontem*. Sie stellen einmal ein queres Kommissurensystem zwischen beiden Kleinhirnhälften dar; dann leiten sie aus dem Cerebellum herführende Fasermassen zum grossen Gehirn herauf.

Das kleine Gehirn dürfte indessen nur einen Theil der von unten her aufsteigenden Fasermassen in sich aufnehmen, und später nach Passage grauer Masse verändert zum grossen Gehirn absenden. Es ist eben nur — wie wir zur Zeit annehmen müssen — ein Nebenleitungsapparat. Denn die andern Fasermassen steigen durch die Grosshirnschenkel direkt empor.

Die Blutgefässe der *Medulla oblongata* erinnern an diejenigen des Rückenmarks.

Recht wenig wissen wir über das kleine Gehirn. Zweier

seiner Crura haben wir schon gedacht: eine dritte Kommissur, die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* verbinden das Organ mit dem grossen Gehirn.

Das Cerebellum besteht wesentlich aus Ansammlungen weisser Nervenmasse (mit $0,0029 - 0,0902\text{ mm}$ breiten Fasern). Graue Substanz kommt an der Decke des vierten Ventrikels, im *Corpus dentatum*, in STILLING's sogenanntem Dachkern und als äussere Belegungsschicht der Windungen vor.

In der gefalteten grauen Platte des *Corpus dentatum* liegen Ganglienzellen in dreifacher Schicht. Den ganz unsicheren Faser-verlauf übergehen wir.

Interessant ist der Bau der Rindenschicht. Sie zeigt eine innere rostbraune und eine äussere graue-Lage.

Erstere ($1 - 0,5\text{ mm}$ dick) besitzt gedrängte und geschichtete Körner, d. h. kernartige Gebilde oder richtiger gesagt kleine Zellen (von $0,0067\text{ mm}$). Sie erinnern an später zu beschreibende Elemente der Retina des Auges, und geben, letzteren gleich, von beiden Polen feinste Fädchen ab (Fig. 189 unten).

Ob diese Körner des Cerebellum nervöser oder bindegewebiger Natur sind, steht noch dahin.

Die graue Schicht enthält in einfacher Lage grosse merkwürdige Ganglienzellen. PURKINJE beschrieb sie schon vor nahezu vierzig Jahren.

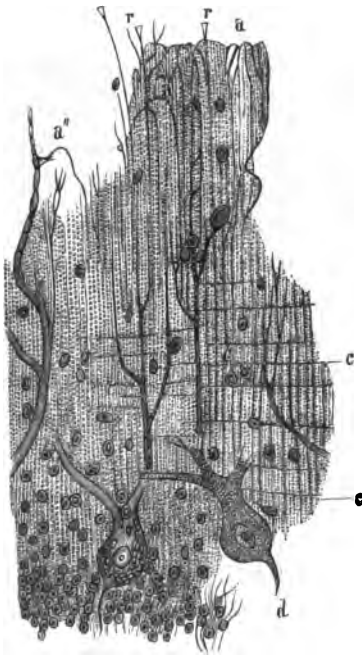


Fig. 189. Die Rinde des menschlichen Kleinhirns im senkrechten Durchschnitt. Zwei PURKINJE'sche Zellen, unter ihnen ein Stück der Körnerschicht; *d* der untere, *c* die oberen Ausläufer jener. Bei *r* Stützfasern; bei *a* die schleifenförmigen Umbiegungen der feinsten Zellenausläufer; *e* tangentielle dünnste Nervenfasern.

Nach abwärts (*d*) entsenden sie einen Axenzylinderfortsatz, nach auf- oder auswärts ein System hirschgeweihartig verzweigter Protoplasmafortsätze (*c*). Die feinsten Endäste der letzteren (HÄDLICH) sollen an der Oberfläche schlingenartig umbiegen (*a*), und zur rostfarbenen Lage zurückkehren.

Bindegewebige Stützfasern (*r*) bilden an der Oberfläche eine besondere Begrenzungsschicht.

Die Hirnstiele enthalten vom verlängerten Mark und Cerebellum aufsteigende Fasermassen; daneben auch andere, welche vom grossen Gehirn zur *Medulla oblongata* herabsteigen. Ihr oberer rundlicher Theil (Haube) ist vom unteren halbmondförmigen (Basis) durch dunkle Masse getrennt. Hier kommen schwarz pigmentirte multipolare Ganglienzellen vor.

Die sogenannten Grosshirnganglien bestehen aus den Vierhügeln (*Corpora quadrigemina*), dem Sehhügel (*Thalamus opticus*), dem Streifenhügel (*Corpus striatum*) und dem Linsenkern (*Nucleus dentatus*). Man kennt sie nur sehr dürftig.

Unter den Vierhügeln laufen die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* einfach weg. Sie ziehen zu den Halbkugeln des grossen Gehirns; sie sind wohl in Wahrheit *Crura cerebelli ad cerebrum*. Die histologische Ausbeute auf diesem Gebiete bleibt bis zur Stunde kaum nennenswerth. Kleine Zellen, grössere multipolare und spindelförmige Ganglienkörper hat man hier angetroffen.

Die Sehhügel haben ebenfalls histologisch nichts mehr ergeben. Wie in den vorderen Vierhügel strahlt auch in sie ein Theil des Optikus ein. Mit dem Thalamus hängt die Haube der Grosshirnschenkel innig zusammen (MEYNERT).

Im Streifenhügel und Linsenkern sollen Fasermassen des basalen Theiles der Hirnstiele endigen. Ihre feine Struktur bedarf ebenfalls genauerer Untersuchung.

Die sogenannte Stabkranzfaserung in ihrer mächtigen Entfaltung beim Menschen dürfte mit dessen geistigen Fähigkeiten im Zusammenhang stehen.

Sie wird einmal hergestellt durch Fasermassen, welche, ohne jene Hirnganglien berührt zu haben, durch die Hirnstiele emporgeleitet wurden, und dann zweitens durch die Ausstrahlungen jener ganglionären Massen.

Balken und vordere Kommissur dürften wirklich einfache Kommissuren sein, welche weder mit den Hirnschenkeln noch mit jener Stäbkranzfaserung etwas zu thun haben.

Die weisse Masse der Halbkugeln besteht wesentlich aus markhaltigen, 0,0026—0,0067^{mm} messenden Nervenfasern.

Die graue Rindenschicht der Halbkugeln lässt sich in eine Anzahl einzelner Lagen zerlegen. Man kann ihrer sechs annehmen.

In den oberen Lagen kommen kleinere Zellen vor. In der vierten begegnet man ansehnlichen, 0,025—0,040^{mm} messenden vielstrahligen Ganglienkörpern. Einer ihrer Ausläufer pflegt gegen die Oberfläche, drei andere nach innen gerichtet zu sein. Die mittlere jener drei basalen Verlängerungen ist ein Axenzylinderfortsatz. Dann folgen endlich noch zwei andere Zellenschichten. Das ist Alles, was wir zur Zeit wissen.

GERLACH nimmt auch hier jenes feinste problematische Nervennetz an, dessen wir für die graue Masse des Rückenmarks schon oben (S. 232) gedacht haben.

An der Spitze der Hinterhauptspartie, in der Nähe des sogenannten *Sulcus hippocampi* kompliziert sich die Rindenschicht noch weiter. Ebenso hat das Ammonshorn seine Eigenthümlichkeiten.

Ein werkwürdiges, freilich beim Menschen stark verkümmertes Stück Grosshirnsubstanz ist der *Bulbus olfactorius*. Die mit Wimperepithel ausgekleidete Höhle zeigt eine Wandung, welche aus innerer weisser und äusserer grauer Masse besteht.

Erstere enthält die Wurzelbündel und zwar ihrer zwei, ein stärkeres und äusseres, theils von der vorderen unteren Hirnwindung, theils vom *Corpus callosum* kommend, sowie ein schwächeres und inneres, welches man vom *Corpus striatum*,

dem *Chiasma nervorum opticorum* und dem *Pedunculus cerebri* herleiten will.

In stark entwickelter Neuroglia treffen wir nach einwärts die längslaufenden markhaltigen Wurzelfasern, dann wohl mit ihnen zusammenhängend einen Nervenplexus sehr feiner Röhren. Endlich stossen wir auf Körner und multipolare Ganglienzellen.

Nach unten, oder vielmehr nach aussen, wandelt sich die graue Substanz ganz sonderbar um. Man begegnet hier kugeligen Ballen einer granulirten mit Kernen versehenen Masse (*Glomeruli nervi olfactorii* nach MEYNERT).

Aus jenem Klumpen entwickeln sich dann die blassen kernführenden Fasern des eigentlichen Geruchsnerven.

Der Hirnanhang wurde schon bei den Blutgefässdrüsen in seinem vorderen Theile erörtert (S. 132); der hintere besteht aus grauer Gehirnmasse.

Die sogenannte Zirbeldrüse, Conarium, durch ihre kalkigen Konkretionen schon lange auffallend, zeigt in bindegewebigem Substrat rundliche Hohlräume, bald vollkommnere, bald unvollständigere. Hier begegnet man zweierlei Zellen, grösseren sternförmigen, welche ein Netzwerk bilden, und kleineren. Letztere sind beim Erwachsenen mit Fortsätzen versehen, waren aber beim neugeborenen Kinde einmal ohne jene (BIZZAZERO).

Die Blutgefässe des Gehirns bilden dem Rückenmark ähnlich in der grauen Masse sehr dichte, in der weissen Substanz viel weitmaschigere Gefässnetze.

Doch ist die Anordnung in den einzelnen Hirnpartien oft eine sehr bezeichnende und zierliche, so z. B. in den olfaktorischen Lappen, dem *Corpus striatum* und der Rinde des kleinen Gehirns. Auf Detail können wir hier nicht eintreten.

Wir haben endlich noch die Hüllen des Zerebrospinalsystems zu berühren.

Die *Dura mater* (S. 64) des Gehirns verbindet sich innig mit der Beinhaut der Schädelhöhle. Um das Rückenmark bildet

sie dagegen einen mit Ausnahme der Vorderseite frei aufgehängten Schlauch. Die Lücke des Wirbelkanals füllt Bindegewebe mit Fettzellen. Der Gefässreichthum ist sehr mässig bei dem Gehirn-, recht gering bei dem Spinaltheil; reichlich dagegen sind die lymphatischen Bahnen der Dura. Nerven von unbekannter Endigung zeigt die harte Haut des Gehirns.

Dura mater und *Arachnoidea* lassen ein Lückensystem, den Subduralraum (KEY und RETZIUS) zwischen sich.

Letztere Membran, die Spinnwebhaut, sehr arm an Blutgefässen, ist dünn, zart und netzartig durchbrochen. Am Rückenmark bleibt sie von der untersten Hülle der *Pia mater* getrennt mit Ausnahme verbindender Bindegewebsstränge. So kommt es zur Bildung eines ansehnlichen Subarachnoidealraumes. Am Gehirn sind dagegen *Arachnoidea* und *Pia mater* zum grössten Theil mit einander verwachsen, und nur da, wo die Furchen der Oberfläche die erstere Haut brückenartig überspannt, während die *Pia mater* in die Tiefe herabsteigt, kommt es zu Spalträumen. Der ansehnliche Subarachnoidealraum des Rückenmarks ist also in zahlreiche kleinere Lücken zerlegt.

Die Bindegewebsbündel der *Arachnoidea* werden von den bekannten platten endothelialen Sternzellen scheidenartig umhüllt (KEY und RETZIUS). Letztere füllen auch die bindegewebigen Spalten, und zeigen nach Silberbehandlung das bekannte Felderwerk.

Die zusammenhängenden Hohlräume beherbergen ein wasserreiches Fluidum, die Cerebrospinalflüssigkeit.

Ebenfalls dünn und zart mit den gleichen platten Bindegewebezellen tritt uns die *Pia mater* entgegen. Das aber, was sie bezeichnet, ist der mächtige Reichthum an Blutgefässen; auch an Lymphwegen ist sie durchaus nicht arm. Ihre zahlreichen Nerven dürften für die Gefässwandungen (wenigstens vorzugsweise) bestimmt sein.

Unsere *Pia mater* überkleidet in engem Anschluss die nervösen Massen der Zentralorgane. HIS hatte allerdings früher hier

einen epispinalen und epizerebralen Hohlraum angenommen. Das Ding existiert indessen nicht; es ist ein Artefakt. — Die neueren Beobachtungen lehren, dass die in die nervöse Masse eintretenden Blutgefäße um ihre sogenannte *Tunica media* nur lose ausgebreitet die bindegewebige Adventitia führen, und dass sie so mit trichterförmigen Erweiterungen der Aussenlage in den Subarachnoidealraum einmünden. Man kann sie von letzterem weit in das Innere des Gehirns künstlich erfüllen.

Nervenzstämme und Ganglien haben nach KEY und RERZIUS dieselbe äussere durale und innere arachnoideale Scheide, sowie ebenfalls jenen subarachnoidealen Hohlraum. Auch hier gelingt die Injektion. Alles das zählt nun gleich den serösen Säcken zum Lymphapparat.

Mit dem Namen der PACCHIONI'schen »Drüsen« oder Granulationen versteht man kleine rundliche bindegewebige Massen, welche namentlich am oberen venösen Längssinus des Gehirns vorkommen.

Nach den beiden mehrfach genannten schwedischen Forschern sollen die ebengenannten Gebilde Uebergangspforten jener lymphatischen Hohlräume in den venösen Blutstrom bilden. Das bedarf natürlich fernerer Bestätigung.

Die Adergeflechte, *Plexus chorioidei*, enthalten in unentwickeltem Bindegewebe ein mächtiges Gefässkonvolut. Ein niedrig kubisches Epithel, nach abwärts vielfach in Spitzen auslaufend, bildet den Ueberzug.

Dreiundzwanzigste Vorlesung.

Die Sinnesorgane. Die Haut, Geschmacks-, Geruchs- und Gehörs- werkzeuge.

Die äussere Haut des Menschen stellt das Gefühls- und Tastwerkzeug dar. Nur die Zungenspitze übernimmt noch einen weiteren Antheil an jener Sinnesthätigkeit.

Der Gang unserer Vorträge brachte es mit sich, dass wir der einzelnen Theile des allgemeinen Schutzorgans schon an verschiedenen Stellen zu gedenken hatten. Die Epidermis erwähnten wir S. 34, die Lederhaut S. 62, das Unterhautzellgewebe S. 60, Nägel und Haare fanden S. 39 und 40 ihre Besprechung. Der Tastnerven gedachte S. 222, der einfach empfindenden Hautnerven S. 223. Zur näheren Orientirung verweisen wir im Uebrigen noch auf unsere Fig. 183.

Wir tragen also nur noch Einiges hier nach. Die Lederhaut ist am dünnsten an Augenlidern, Vorhaut, *Glans penis* und Innenfläche der *Labia majora*; am dicksten am Rücken, der Hohlhand, Gesäss und Fusssohle, also der Stellen des stärksten Drucks. Noch mehr variirt die Mächtigkeit der Epidermis (S. 34). Wie davon die Hautfärbung des Europäers bedingt ist, wurde damals schon erwähnt.

Dass die Lederhaut ein ungemein blutreiches Ding ist, weiss Jedermann. In ihr kommt ein sehr entwickeltes Maschenwerk 0,0074—0,0113^{mm} breiter Haargefässe vor, welches Schlingen in

den bei weitem grössten Ueberschuss der Hautpapillen entsendet. Selbständigeren Theilen des Blutgefässsystems begegnen wir hier um Fetträubchen des *Panniculus adiposus*, um Haarbälge und die Körper der Schweissdrüsen (TOMSA).

Lymphatische Bahnen — eine selbständige Wandung sollen sie besitzen — kommen reichlich in der Lederhaut vor (TEICHMANN und J. NEUMANN), ein doppeltes flächenhaftes Netz bildend. In die Papillen dringen sie als Blindsäcke und Schleifen ein, so dass man an verwandte Verhältnisse der Darmzotten (S. 104) erinnert wird. Viel Wechsel herrscht übrigens nach den einzelnen Hautstellen.

Wir haben endlich noch der bisher nur flüchtig erwähnten Hautdrüsen zu gedenken.

Die wichtigeren sind die knauelförmigen Schweissdrüsen (Fig. 183 g. 190 a b). Dieselben, abgesehen von der Achselhöhle, wo sie gewaltige Dimensionen und einen fettreicheren Inhalt gewinnen, bleiben klein: Ihr gewundener Drüsenkörper liegt seltener noch in der Tiefe des Korium, in der Regel im Unterhautzellgewebe. Der Ausführungsgang (e f), nach der Dicke der Hautstelle bald kürzer, bald länger, macht Schlängelungen, und endigt in Hohlhand und

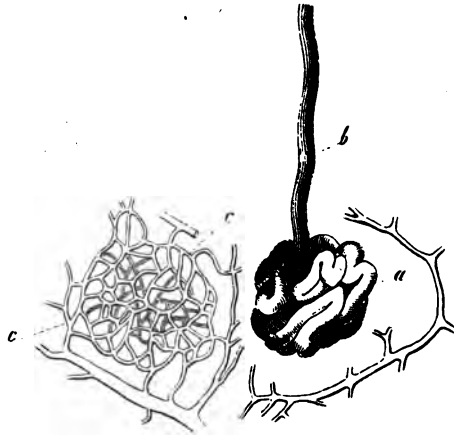


Fig. 190. Eine menschliche Schweissdrüse. a Der Knauel, umgeben von dem Anfange venöser Gefässe; b der ausführende Kanal; c das korbartige Haargeflecht mit dem Arterienstämmchen.

Fusssohle mit ausnahmsweiser trichterförmiger Erweiterung. Er trägt doppelte Epitheliallage. Die Wand des knauelförmigen Drüsenkörpers zeigt glatte Muskeln, wie es scheint, mit dem Ausmaass des Drüsenkörpers zunehmend.

Die Drüsenzellen bilden eine einfache Lage niedrig kubischer Elemente. Ein zierliches Korbgeflecht der Haargefässe (c) umgibt den absondernden Theil.

Mit wenigen Ausnahmen, aber recht wechselnd in Menge und Stellung, enthält die menschliche Haut jene Schweissdrüsen. Der ältere KRAUSE — er war ein gründlicher Beobachter — hat einstens für unseren Leib fast zwei und eine halbe Million jener Knaueldrüsen herausgerechnet.

Ansehnliche Schweissdrüsen umgeben auch den Afterausgang (GAY).

Im äusseren Gehörgange gewinnen jene Knaueldrüsen einen kurzen, nicht mehr gewundenen Ausführungskanal und ein fettiges, braungelbes Sekret. Das sind die sogenannten Ohrschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*.

Sehen wir jetzt nach den Talgdrüsen, den *Glandulae sebaceae*, der älteren Anatomen. Ihr Sekret, eine wesentlich fettige dickliche Masse, kennen wir bereits aus einer vorhergegangenen Vorlesung (S. 139).

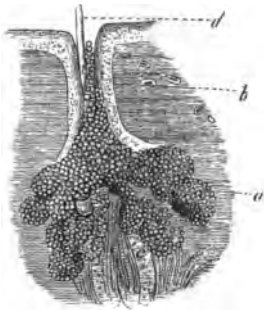


Fig. 191. Eine Talgdrüse. a Die Drüsenbläschen; b der Ausführungsgang; c der Balg eines Wollhaars; d der Schaft des letzteren.

Sie (Fig. 191) stellen traubige Organe, bald kleiner und einfacher, bald voluminöser und komplizierter gestaltet her. Sie liegen im Korium und sind meistens, doch keineswegs ausnahmslos, an die Gegenwart der Haare gebunden, in deren Balg (S. 40) sie die zähe Fettmasse entsenden. Ebenso treffen wir kleine unserer Organe mit starken

Haaren und grosse Drüsen mit Wollhärchen verbunden. Zuletzt münden jene ohne das Zwischenglied eines Haarbalges frei nach aussen. Ihre Grösse wechselt also beträchtlich von 0,2—0 mm und mehr. Die Bläschen differiren in Ausmaass und Gestalt beträchtlich. Junges, streifiges Bindegewebe ersetzt hier die sogenannte *Membrana propria*.

Gehen wir jetzt zu dem Geschmacksorgane über, so haben wir wiederum an Früheres anzuknüpfen. Schon damals (S. 148) bemerkten wir, dass der hintere Theil der Zunge oberwärts in den altbekannten *Papillae circumvallatae* und seitlich in der nachträglich wiederum aufgefundenen *P. foliata* die dem Geschmack dienenden Endigungen der Glossopharyngeus-Fasern beherberge. Beiderlei Papillensysteme kommen dem Menschen zu; doch die blattförmige ist manchen individuellen Schwankungen unterworfen. Gross ist der Wechsel bei Säugethieren. Eine *P. foliata* fehlt der Katze; umwallte gehen dem Meerschweinchen ab.

Wir haben die obige Nervenendigung jetzt näher zu untersuchen. Es sind neuere Erwerbungen der Histologie (LOVÉN, SCHWALBE u. A.).

Man hat hier komplizierte becher- oder knospenförmige Organe getroffen, die sogenannten Geschmacksknospen. Sie nehmen, wie unsere Fig. 192 ohne Weiteres versinnlicht, in Mehrzahl die Seitenwand der Papille selbst und die Innenfläche des umgebenden Schleimhautwalles ein. Die Geschmacksknospe (beim Menschen ungefähr 0,08^{mm} hoch) ist ein epitheliales Gebilde. Sie (Fig. 193) durchsetzt die ganze Dicke dieser Schicht, und ihre Spitzen liegen frei.

Wir begegnen einmal abgeplatteten, lanzettförmigen Wandungszellen (a). Sie stehen wie die Dau-

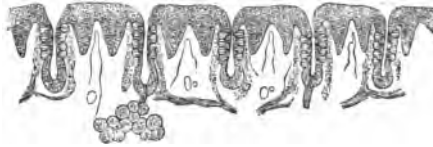


Fig. 192. Vertikalschnitt durch die sogenannte *Papilla foliata* des Kaninchens.

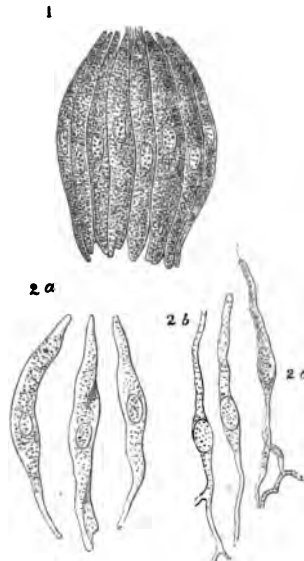


Fig. 193. 1 = Geschmacksknospe des Kaninchens. 2 a Deckzellen; 2 b Stäbchenzellen; 2 c eine Stäbchenzelle mit feinem Endfaden.

ben eines Fasses. Nach oben, möglicherweise in kürzeste Härchen auslaufend, grenzen sie eine kleine Oeffnung ein.

Diese Stütz- oder Deckzellen (2 a) umschneiden eine innere, dem Axentheile der Geschmacksknospe zukommende Zellenformation, die Stäbchenzelle oder, wie man sie auch (allerdings hypothetisch) genannt hat, die Geschmackszelle (2 b).

Nach oben kommt (freilich von unregelmässiger Form) eine Art stiftchen- oder stabförmigen Fortsatzes vor; nach abwärts zieht ein fadenförmiger Ausläufer. Man vermuthet, dass letzterer als Axenzylinder oder Primitivfibrille (?) in die unterhalb der Geschmacksknospe verlaufenden Geschmacksnervenfasern übergehe, dass die Geschmackszelle also nervöses Terminalgebilde sei. Gesehen hat dieses aber noch Niemand. Die Konsequenzen werden wir aber erst hinterher, beim Geruch-, Gehör- und Sehnerven begreifen. Interessant ist der Umstand, dass an beiderlei Papillen sogenannte seröse Schleimdrüsen (S. 149) vorkommen (VON EXNER).

Ueber die Nervenendigungen in anderen Zungenpapillen fehlt es an sicheren Thatsachen.

Das Geruchswerkzeug des Menschen besteht aus einer relativ kleinen Partie, welche die Endigung des spezifischen Sinnesnerven beherbergt. Dieses ist der obere Theil der Scheidewand, die obere und ein Theil der mittleren Muschel. Die hier gelbliche oder bräunliche Schleimhaut trägt den passenden Namen der *Regio olfactoria* oder Riechstelle. Alles Uebrige, die unteren Abtheilungen der beiden Haupthöhlen, sowie die dreierlei Nebenhöhlen, sind akzessorische unwesentliche Theile, was ja auch am Ende die vergleichende Anatomie längst gelehrt hat.

Letztere Abtheilung ist von sehr blutreicher, Wimperzellen tragender Mukosa ausgekleidet (SCHNEIDER'sche Membran). Sie beherbergt einen gewaltigen Reichthum seröser Drüsenträubchen (S. 149). In den Nebenhöhlen wird die Schleimhaut dünner, und die Drüsen beginnen zu verschwinden.

Die Gefühlsnervenendigung letzterer Theile kennen wir nicht näher.

Kehren wir jetzt zum wesentlichsten Theile zurück; sehen wir uns die Struktur der *Regio olfactoria* (Fig. 194) näher an.

Die Grenzregion der SCHNEIDER'schen, also nicht mit Olfaktorius-Fasern versehenen, Schleimhaut bietet den alten Wimperüberzug und die alten serösen Drüsen. Doch jetzt wird es anders. In der Schleimhaut erscheinen Drüsenschläuche, die BOWMAN'schen, mit gelblichen Zellen. Eine verdickte (in der Regel) wimperlose Epithelialmasse überzieht endlich die Riechstelle.

Untersuchen wir also zunächst dieses Epithel.

Wir begegnen da zweierlei Elementen. Einmal (*a*) langen zylindrischen Zellen (2 *a*). Ihr Körper enthält gelbliche Körnchen, und bewirkt in Verbindung mit den BOWMAN'schen Drüsen das erwähnte Kolorit unserer Lokalität. Nach abwärts entsendet der schlanke wimperlose Zylinder einen sich theilenden dünnen Fortsatz. Durch die Verbindung derartiger Ausläufersysteme entsteht im Schleimhautbindegewebe ein förmliches horizontales Netzwerk.

Die eben geschilderten Zellen haben mit der Nervenendigung nichts zu thun. Sie sind ein zwar modifizirtes, aber indifferentes Epithel.

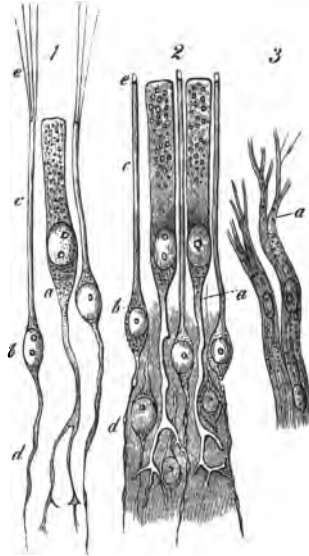


Fig. 194. 1 Zellen der *Regio olfactoria* vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramifizirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2 Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe, nur kommen auf den Stiftchen (als Artefakte) kurze Aufsätze *e* vor. 3 Nervenfasern des Olfaktorius vom Hunde; bei *a* in feinere Fibrillen zerfallend.

Aber zwischem ihnen erscheint noch eine zweite Zellenformation, das Terminalgebilde des Olfaktorius, die Riechzelle (*b*). So nennt man wenigstens mit Wahrscheinlichkeit zur Stunde das Ding. Bald höher, bald tiefer gelegen treffen wir einen spindelförmigen Zellenleib (1. 2*b*). Nach abwärts (1. 2*d*) entlässt letzterer einen dünnsten, fadenförmigen Fortsatz. Er bietet bei gewissen Behandlungen kleine Varikositäten dar, gleich einer Primitivfibrille der Nervenfasern (S. 207). Am oberen Pole sendet

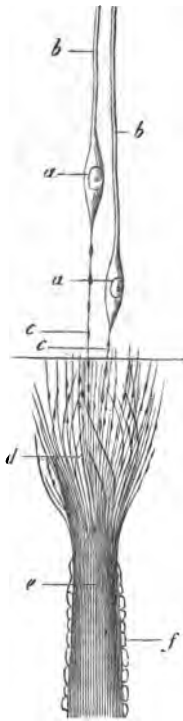


Fig. 195. Wahrscheinliche Endigung einer Olfaktoriusfaser beim Hechte. *a* Riechzellen; *b* Stäbchen; *c* unterer variköser Faden; *e* Axenfibrillen in der Scheide *f*; *d* Ausbreitung jener; bei — fehlende Verbindung mit den gleichen Fibrillen *c*.

unsere Spindelzelle ein breiteres, 0,0018 — 0,0009 mm breites, glattes Stäbchen ab (1. 2*c*). Es erreicht, zwischen den epithelialen Zylindern aufsteigend, die Oberfläche der Stelle. Bei manchen Thieren trägt die Endfläche des Stäbchens ein- oder mehrfach lange Härchen, so z. B. beim Frosche (1 *e*).

Der Geruchsnerv (seine blassen Primitivfasern [Fig. 194. 3. Fig. 195*f*] kennen wir schon von S. 206 her) steigt unter Astabgabe bis zur Zellschicht der *Regio olfactoria* herauf. Die Axenzylinder (Fig. 195 *e*) ergeben sich feinstreifig; zuletzt nach Verlust der Scheide strahlen die Primitiv- oder Axenfibrillen pinselförmig als dünnste variköse Fäden nach aufwärts aus (*d*). Man nimmt nun an, dass sie mit den absteigenden, ähnlich beschaffenen feinsten Ausläufern der »Riechzellen« (*c*) zusammenhängen.

Diese Theorie ist von M. SCHULTZE ausgegangen. Der treffliche Forscher — er ist uns leider vor der Zeit entrissen worden — konnte indessen einen zwingenden

Beweis nicht beibringen, hier ebenso wenig wie bei den anderen Sinnesnerven, nach Jahren angestrengtester ehrlichster Menschenarbeit. Man kann sich also da gewisser Bedenken nicht entschlagen, dass einmal an der Hand verbesserter Methoden die Sache hinterher ganz anders kommen dürfte. Indessen das ist meine subjektive Ansicht.

In neuerer Zeit hat EXNER den Unterschied zwischen Epithel- und Riechzellen geleugnet. Ihm gegenüber hat sich für die ältere SCHULTZE'sche Auffassung hinterher VON BRUNN wieder erklärt. Letzterer Forscher fand über der *Regio olfactoria* eine homogene Grenzschicht nach Art der Retina (s. u.). Nur für die Riechzellen besitze sie Poren.

Gehen wir jetzt zur Endigung des *Nervus acusticus* über, so betreten wir damit das schwierigste Gebiet der gegenwärtigen Histologie.

Durchlaufen wir in flüchtiger Skizze zunächst die unwesentlichen akzessorischen Theile.

Das äussere Ohr zeigt Ohrmuschel und äusseren Gehörgang. Erstere besteht aus elastischem, von verdünnter Lederhaut überzogenem Knorpel. Ihre Muskeln sind querstreifig.

Der Ohrschmalzdrüsen des äusseren Gehörgangs gedachten wir früher (S. 143).

Das Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*, ein fibröses Diaphragma, ist äusserlich von dem verdünnten Kutisüberzuge bedeckt, nach einwärts von der zarten, einfaches Plattenepithel tragenden Mukosa der Paukenhöhle. Das Gefässnetz jener Haut ergibt sich kompliziert (GERLACH); Lymphgefässe und Nerven kommen ebenfalls reichlich vor. Letzterer Endigung ist übrigens unbekannt.

Das ganze »mittlere Ohr« wird von dünner, gefässreicher Schleimhaut ausgekleidet. Das Blutgefässnetz zeigt beträchtliche Entwicklung der venösen Partie. Der *Nervus tympanicus* bietet Ganglien dar. Die Gehörknöchelchen bestehen aus echter kompakter Knochenmasse; ihre Muskeln sind querstreifig. Die

EUSTACHI'sche Röhre besitzt geschichtetes Flimmerepithel und achte Schleimdrüsen. Ihre Nerven zeigen kleine Ganglien.

Das »innere Ohr« wird bekanntlich vom Vorhof, den halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke hergestellt. Blasen, mit wässriger, lymphatischer Flüssigkeit erfüllt, nehmen die Hohlräume ein. Der Gehörnerv endigt einmal an den Ampullen und Säckchen des Vorhofs, dann auf der Spiralplatte der Schnecke, (*Ramus vestibuli* und *Ramus cochleae*).

Vorhof und Innenflächen der halbkreisförmigen Kanäle werden von Periost bekleidet. Die in ihrem Innern enthaltene Flüssigkeit heisst Perilymphe. Periost und Mukosengewebe der Paukenhöhle vereinigt stellen die sogenannte *Membrana tympani secundaria* her. Die Wände der Vorhofssäckchen (*Sacculus hemiellipticus* und *rotundus*) und der häutigen halbzirkelförmigen Gänge sammt ihren Ampullen zeigen äusserlich unentwickeltes Bindegewebe, innen eine glashelle kernführende Lage (in letzteren Gängen mit papillenartigen Wölbungen), sowie ein Plattenepithel. Eine zweite wässrige Flüssigkeit, Endolymphe, erfüllt dieses Höhlensystem.

Die Otholithen oder Gehörsteine, von einem besonderen Säckchen umschlossen, bilden kleine, wohl säulchenförmige Krystalle (0,009 bis 0,002 mm messend). Sie bestehen aus kohlensaurem Kalk. Doch sollen sie eine organische Grundlage besitzen.



Fig. 196. Otholithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk.

Gehen wir zur Ausbreitung des Gehörnerven über. Ampullen und *Sacculus hemiellipticus* werden vom Vestibularast, der *Sacculus rotundus* dagegen von einem Zweige des Schneckenerven versorgt. In Duplikaturen der Wandung, d. h.

an der einspringenden Kante derselben, *Crista acustica*, kommt es zur Endigung.

Bei Fischen (Rochen) beobachtete vor längeren Jahren M. SCHULTZE einfache Zylinderepithelien und untermischt mit ihnen Stäbchenzellen, erinnernd an die wahrscheinlichen Terminal-

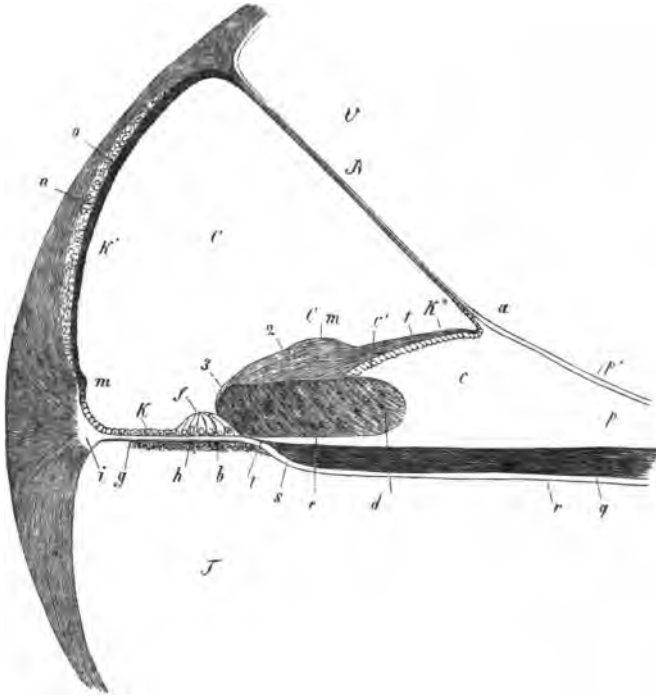


Fig. 197. Senkrechter Querschnitt durch den Schneckenkanal und die Nachbarschaft bei einem älteren Kalbsembryo. *V* Scala vestibuli; *T* Sc. tympani; *C* Schneckenkanal; *B* REISSNER'SCHE Membran mit ihrem Ansatz (*a*) an einem Vorsprung an der sogenannten *Habenule sulcata* (*c*); *b* bindegewebige Schicht mit einem *Vas spirale* an der Unterfläche der *Membrana basilaris*; *c'* Zähne der ersten Reihe; *d* *Sulcus spiralis* mit verdicktem Epithel, welches bis zum sich entwickelnden COCTI'SCHEN Organe *f* geht; *e* *Habenule perforata*; *Cm* COCTI'SCHE Membran (1 innerer dünnerer, 2 mittlerer dickerer Theil derselben, 3 ihr äusseres Ende) *g* *Zona pectinata*; *h* *Habenule tecta*; *k* Epithel der *Z. pectinata*, *k'* der Aussenwand des Schneckenkanals, *k''* der *Habenule sulcata*; *l* *Ligamentum spirale* (*i* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*); *m* einspringender Höcker; *n* knorpelartige Platte; *o* *Stria vascularis*; *p* Periost der *Zona ossea*; *p'* helle Aussenschicht desselben; *q* Bündel des Schneckenerven; *s* Endstelle der markhaltigen Nervenfasern; *t* Stelle der Axenzylinder in den Kanälchen der *Hab. perforata*; *r* tympanales Periost der *Zona ossea*.

gebilde des Geruchsnerven (S. 250). Später, bei Knochenfischen und Tritonen, traf F. E. SCHULZE einen Wald ungemein langer

steifer Härchen. Auch der Otholithensack der Fische bot Aehnliches dar.

Beim Menschen sind die Einsprünge der Vorhofssäckchen weniger entwickelt. (*Maculae acusticae* von HENLE), aber mehr verbreitert. Auch hier dringen feine, marklose Nervenfasern ins Epithel ein. Man hat ebenfalls zweierlei Zellen und härchenartige Ausläufer bemerkt.

Wir kommen zur Schnecke, Cochlea.

Das gewundene Ding führt zwei grosse nervenlose Windungsgänge, die beiden sogenannten Treppen der älteren Anatomie, die *Scala vestibuli* und *S. tympani* (Fig. 197 V T), getrennt durch die einwärts knöcherne, nach aussen weiche häutige Spiralplatte. Zu ihnen kam nach REISSNER's Entdeckung ein dritter mittlerer spiraler Gang hinzu, auf dem Querschnitt ein unregelmässiges Dreieck bildend, mit zur Schneckenaxe gerichteter Spitze. Das ist der REISSNER'sche Schneckenkanal, *Canalis cochlearis* (C), die eigentliche Schnecke niederer Wirbelthiergruppen. Nur hier, am Boden, endigt der *Nervus cochlearis*.

Es ist uns nun nicht möglich, hier den unendlich verwickelten Bau des Grundtheiles jener wahren Cochlea zu schildern, um so weniger, als sich leider bei aller Unsicherheit auch noch eine höchst komplizierte Bezeichnungsweise entwickelt hat*).

Der knöcherne Theil der Spiralplatte enthält im Innern die Ausbreitung der Schneckenerven. Bei seinem peripherischen Austritt treffen seine Faserbündel das sogenannte Corti'sche Organ (Fig. 198 h).

Dasselbe bildet im Querschnitte eine kegelförmige Erhebung der häutigen Basis des Schneckenkanales. Im Inneren hohl, stellt die Gesamtmasse durch die Schneckenwindungen einen spiralförmigen Tunnel dar. Eine unendliche Komplikation des Baues empfängt uns.

*) Es ist ausserordentlich viel über den Schneckenkanal gearbeitet worden von REISSNER, CLAUDIUS, BÖTTCHER, SCHULTZE, DEITERS, HENSEN, WALDEYER, GOTTSTEIN u. A.

Einer Doppelreihe konvergent aufsteigender und auf der Höhe des CORTI'schen Organes sich treffender »Pfeiler« (*n m o*) begegnen wir hier. Zwei der »Aussenpfeiler« (*o*) zählen übrigens auf drei jener inneren Elemente (*n m*). An ihrer Basis begegnen wir Zellenrudimenten.

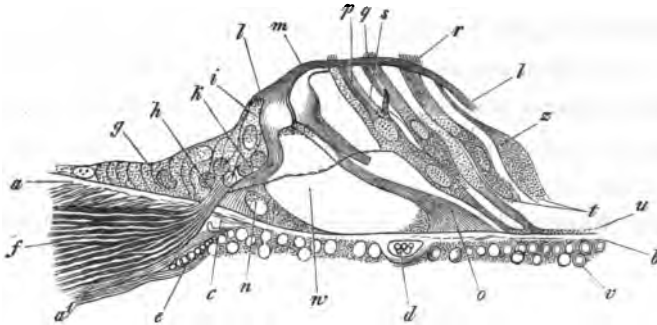


Fig. 198. Das CORTI'sche Organ des Hundes in senkrechtem Durchschnitt. *a b* homogene Schicht der sogenannten *Membrana basilaris*; *u* vestibuläre Schicht; *v* tympanale mit Kernen und Protoplasma; *a* *Labium tympanicum* der sogenannten *Crista spiralis*; *a'* Fortsetzung des tympanalen Periostr der *Lamina spiralis ossa*; *c* verdickter Anfangstheil der *Membrana basilaris* neben der Durchschnittsstelle *h* des Nerven; *d* und *e* Blutgefäße; *f* der Nerv; *g* Epithel des *Sulcus spiralis externus*; *i* innere Haarzelle mit basalem Fortsatze *k*, umgeben von Kernen und Protoplasma (der »Körnerschichte«), in welche die Nervenfasern einstrahlen; *n* Grundtheil oder Fuss des inneren Pfeilers des CORTI'schen Organes; *m* dessen »Kopfstücke«, verbunden mit dem gleichen Theile des äusseren Pfeilers, dessen untere Hälfte fehlt, während der nächstfolgende Pfeiler *o* Mittelpartie und Grundtheil darbietet; *p, q, r* die drei äusseren Haarzellen; *s* eine sogenannte Stützzelle von HENSEN; *t* *Lamina reticularis*; *w* Nervenfaser endigend an der ersten der äusseren Haarzellen.

Eine weitere Mannigfaltigkeit führen die Epithelialzellen des Schneckenkanals herbei. Sie werden von innen nach aussen (d. h. also von der Schneckenaxe an gegen die konvexe Aussenwölbung zu) höher und höher (*g*). An die Innenseite des Innenpfeilers des CORTI'schen Organes legt sich eine lange Zylinderzelle, am freien oberen Rande mit kurzen Härchen bedeckt, an (*i*). Das ist die »innere Haarzelle« von DEITERS. Dem Aussenpfeiler jenes CORTI'schen Tunnels schmiegen sich in drei- und vierfacher Reihe, abermals schief gerichtet, die »äusseren Haarzellen« (*pqr*) an. Weiter nach auswärts kommen spindelförmige Elemente, »Stützzellen« von HENSEN (*x*), und dann allmählich sich verflachend wieder niedrigere kubische Epithelzellen vor.

Die Stützen der Innen- und Aussenpfeiler greifen ganz eigenthümlich gestaltet in einander. Von hier aus entwickelt sich noch eine höchst merkwürdige, horizontal hinziehende Haut, die *Lamina velamentosa* von DEITERS (*l, l*). Es ist unmöglich, hier den netzförmigen wunderbaren Bau zu schildern.

Wo endigen aber die Primitivfibrillen des Schneckenerven? Sie treten, aus dem Gefängniss der *Lamina spiralis ossea* zuletzt befreit, zwischen den Innenpfeilern in den Tunnel des CORR'schen Organes. Schon vorher sollen sie in die inneren Haarzellen sich theilweise verloren haben. Jetzt endigen sie in den äusseren Haarzellen (*w*). Doch alles das steht trotz unendlicher darauf verwandter Mühe und Arbeit zur Zeit noch auf schwachen Füßen.

Vierundzwanzigste Vorlesung.

Die Sinnesorgane (Fortsetzung). Das Auge.

Wir haben endlich noch der Endigung des Sehnerven zu gedenken. Allerdings müssen wir das ganze Auge, das herrliche, wunderbare und für den Arzt so wichtige Organ, dabei in den Kreis unserer Erörterung hineinziehen. Freilich, bei der gewaltigen Verwicklung des Baues, kann es sich nur um eine cursorische, unvollkommene Darstellung handeln.

Der Augapfel

(Fig. 199) zeigt bekanntlich zunächst ein äusseres Kapselsystem,

dessen hinterer undurchsichtiger grösserer Theil von der Sklera (a) gebildet wird, während das vordere kleinere trans-

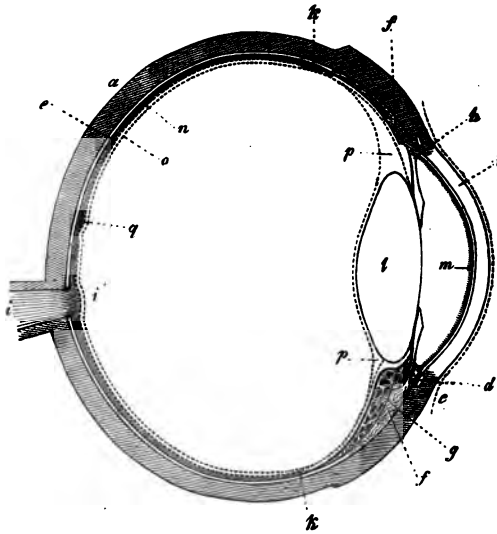


Fig. 199. Querschnitt des Auges: a Sklera; b Cornea; c Conjunctiva; d Circulus venosus iridis; e Chorioidea mit der Pigmentlage der Retina; f M. ciliaris; g Processus ciliaris; h Iris; i N. opticus; k Colliculus opticus; l Ora serrata retinae; m Tunica Descemetii; n Membrana limitans interna der Netzhaut; o Membrana hyaloidea; p Canalis Petiti; q Macula lutea.

parente Segment (*b*) die Hornhaut oder Kornea herstellt. Jener Hülle schliesst sich nach einwärts eine schwarze Lage, die sogenannte Uvea, an. Sie besteht von vorne nach hinten aus einem zunächst grösseren Theile, der Chorioidea (*e*) mit den Ziliarfortsätzen (*g*), sowie dem äusserlich angebrachten Spannungsmuskel (*f*), und endlich einer vordersten ringförmigen Scheibe, der Blendung oder Iris (*h*).

Den Inhalt der Hohlkugel bilden die verschiedenen lichtbrechenden Medien. Schon die Hornhaut (*b*) zählt hierher; an sie reiht sich der sogenannte *Humor aqueus*, d. h. der wässrige Inhalt der vorderen und hinteren Augenkammer (vor *l*). Hierauf folgt als festeres Gebilde und wichtigster brechender Körper die Krystalllinse (*l*) und den Beschluss bildet endlich eine mächtige, nach vorne konkav eingedrückte kuglige Masse, der Glaskörper oder der *Humor vitreus* (hinter *l*).

Den grössten Theil des letzteren bedeckt nun aber die becherförmige Ausbreitung des Sehnerven, die Nerven-, Netzhaut oder Retina (*i*). Sie endigt in üblicher Auffassung nach vorne in der Gegend des Ursprungs der Ziliarfortsätze, mit welligem Rande, der sogenannten *Ora serrata* (*k*).

Ein sehr verwickeltes, fast ausschliesslich der *Arteria ophthalmica* entsprungenes Gefässsystem versieht unser Organ mit Blut. Auch lymphatische Bahnen fehlen natürlich nicht.

Die Hornhaut mit ihren beiden homogenen Grenzlagen fand früher S. 60 Erwähnung, das geschichtete Plattenepithel der Vorderfläche S. 33, die einfache Zellenlage der hinteren S. 34, die Nerven S. 247.

Schon damals erwähnten wir des Hohlgangsystemes der Kornea, und schrieben jenem eine Art von Wandung zu. Darüber herrscht nun allerdings Verschiedenheit der Ansichten. Die Hohlgänge dieses Saftspaltensystems (Fig. 200) lassen sich durch Einstich künstlich erfüllen; in glücklichen Fällen unter Bewahrung der alten Gestalt, in zahlreichen anderen aber verunstaltet, unter dem Bilde weiter unförmlicher Gänge. Man hat hier nicht übel von »Spreng-

lücken« gesprochen. Interessant ist der Umstand, dass eine gelungene Injektion der Saftspalten zuletzt in die Lymphwege der Konjunktiva einleitet.

Der zellige Inhalt des Gangwerkes hat unendliche Kontroversen veranlasst; allerdings nicht die durchwandernden Lymphkörperchen; sondern die »fixen« Hornhautzellen (Fig. 200 links und unten).

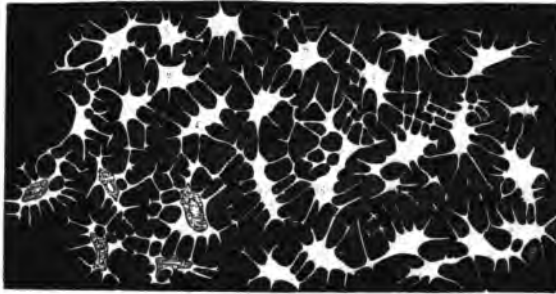


Fig. 200. Die Hornhaut eines Menschen versilbert. Die Hornhautkörperchen, d. h. das Saftlückensystem, farblos. Links nach unten vier veränderte Inhaltszellen.

Es sind stern- und schaufelradartige Zellen, deren Kern stets von etwas Protoplasma umhüllt wird, während die peripherischen Theile zu homogenen schleierartigen Platten umgewandelt sind. Eine beschränkte Kontraktilität dürfte den Zellen zukommen. Ihre Ausläufer bilden unserer Ansicht nach kein zusammenhängendes Netzwerk. Ein Theil der Saftgänge bleibt demnach mit Flüssigkeit erfüllt. Doch alles das wird von Anderen in Abrede gestellt. Niemals sollte man hier einem Reagenz, z. B. dem Golde, die Entscheidung vertrauensvoll überlassen.

Die Sklera (S. 64), eine feste bindegewebige Haut, besteht aus meridionalen und sie kreuzenden äquatorialen Bündeln. Nach vorne geht sie kontinuierlich über in das modifizierte glashelle Bindegewebe der Hornhaut. Auch sie führt regelmässige Hohlgänge mit Lymphkörperchen und theils farblosen, theils pigmentirten Bindegewebszellen (WALDEYER). Nerven scheint sie nur am Kornealrand zu besitzen.

An der Grenze beider Membranen, jedoch der Innenfläche der Sklera angehörig, begegnen wir einem komplizierten ringförmigen

Behälter. Das ist der *Sinus Schlemmii* (Fig. 199 d). Man hat ihn für einen venösen Blutbehälter (LEBER) erklärt. Andere erblicken in ihm einen lymphatischen Hohlraum (SCHWALBE, WALDEYER).

Hinten geht die Sklera in die äussere, von der *Dura mater* abstammende Scheide des Sehnerven über. Endlich dringen in jener Membran noch die Sehnenbündel der Augenmuskeln verstärkend ein.

Das System der Uvea zeichnet sich mit Ausnahme der vordersten Partie, d. h. der Blendung, durch sehr beträchtlich entwickelte Gefässe aus.

Bedeckt wird die ganze Innenfläche (bei der Iris die hintere) von dem pigmentirten Aussenepithel der Retina (S. 32). Letztere ragte nämlich in der Fötalzeit einmal viel weiter nach vorne vor, als es jetzt in den Tagen der Reife der Fall ist.

Den grössten Theil der Uvea bildet das hintere Stück, die Chorioidea. Die dünne Haut besteht aus mehreren, allerdings nicht scharf getrennten bindegewebigen Lagen.

Wir erkennen a) eine innere glashelle Grenzschicht (0,0006—0,0008 mm, nach vorne dicker und unebener), b) eine dünne homogene Lage mit ausserordentlich entwickelten sternförmigen Haargefässnetzen (*Chorioidea capillaris*), c) die eigentliche Chorioidea der Histologen, mit sternförmigen, sehr gewöhnlich pigmentirten Bindegewebszellen und einem grossen Reichthum arterieller wie venöser Gefässe, und endlich d) ein loses pigmentirtes Bindegewebe, welches die Verbindung mit der Innenfläche der Sklera herstellt. Man nennt das Ding die *Lamina fusca* oder auch *Suprachorioidea*; es bildet einen lymphatischen Raum.

Mächtig entwickelt ist ebenfalls das Gefässnetz in dem Strahlenkranz und seinen nach innen einspringenden Ziliarfortsätzen. Das Substrat bleibt demjenigen der Chorioidea ähnlich; doch die pigmentirten Bindegewebszellen schwinden.

Nach aussen von jenen Fortsätzen begegnen wir einer eigenthümlichen glatten Muskelmasse, dem *Tensor chorioideae*, *Musculus ciliaris* — oder *Ligamentum ciliare* einer älteren Epoche (Fig. 199 f).

Der Ziliarmuskel entspringt beim Menschen an der Innenseite des Grenzgebietes von Kornea und Sklera. Meridionale Bündel des ersteren strahlen nach hinten gerichtet in den Ziliarkörper ein; nach unten und innen kommen geflechtartige Züge und ganz nach einwärts endlich zirkuläre Bündel (MÜLLER'scher Ringmuskel) vor.

In dem bindegewebigen Substrate der Iris begegnen wir bei hellen Augen farblosen, bei dunklen pigmentirten Bindegewebszellen. Daneben treten muskulöse glatte Elemente auf. Ringförmige Züge (Fig. 201 a) bilden den Zusammenzieher oder Sphinkter der Pupille. Aus ihm setzt sich — ein Streitobjekt der letzten Jahre — der *Dilatator pupillae*, der Erweiterer der Blendung, zusammen.

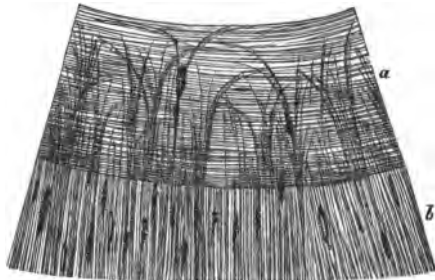


Fig. 201. Flächenansicht der menschlichen Iris; a der Sphinkter, b der Dilatator der Pupille.

Anfänglich getrennte Muskelbündel formen dann weiter peripherisch eine zusammenhängende radiäre Faserlage (b). Am Ziliar- d. h. dem Aussenrande begegnet man endlich einer ringförmigen Muskelschicht.

Dieser Aussen- oder Ziliarrand der Blendung gibt an seiner Vorderfläche noch zu einem eigenthümlichen Gewebe, dem *Ligamentum pectinatum iridis* (HUEK) Veranlassung.

Schon früher (S. 64) erfuhren wir, dass die Hinterfläche der Hornhaut von einer glasartigen Haut, der *Membrana Descemetica* oder *Demoursii*, bedeckt sei. An ihrer Peripherie geht diese hintere Deckschicht in ein eigenthümliches (beim Menschen dem elastischen wohl am nächsten verwandtes) Netzgewebe über, welches den Aussenrand der vorderen Augenkammer durchsetzt. Das ist eben jenes sogenannte *Ligamentum pectinatum*. Seine Balken werden von Epithelzellen überzogen. Eine derartige Schicht

trägt auch die Vorderseite der Iris. Einen unvollkommenen geschlossenen ringförmigen Gang, welcher das Balkenwerk jenes Ligamentums eingrenzt, hat man *Canalis Fontanae* genannt.

Kleine Ganglien der Ziliarnerven kommen in der Chorioidea vor; reichlicher versehen mit Nervenfasern sind der Ziliarmuskel und die Blendung. Doch die Endigungsweise kennen wir zur Zeit noch nicht.

Ueber Krystalllinse und Glaskörper verweisen wir im Allgemeinen auf S. 83 und S. 49. Doch noch eines Verhältnisses haben wir hier spezieller zu gedenken. Nach verbreiteter Annahme zertrennt sich die Glaskörperhaut (Fig. 199, in der Gegend von *k*) in zwei Blätter, ein hinteres und ein vorderes, die sogenannte *Zonula Zinnii*, die von den Ziliarfortsätzen halskrausenartig eingedrückt ist. Beide setzen sich an die Aequatorialzone der Krystalllinse an. Die ZINN'sche Zone zeigt ein eigenthümliches blasses und resistentes Fasersystem. Ein dreikantiger, von beiden Lamellen eingegrenzter Ringsinus trägt den Namen des *Canalis Petiti*. Doch manches ist hier noch unklar, und der Raum am Ende nur ein Artefakt (MERKEL, MIHALCOVICS).

Wenden wir uns jetzt zur Ausbreitung des Sehnerven, zur Nerven- oder Netzhaut, *Retina*. Unsere Membran besitzt an der Eintrittsstelle des Sehnerven ihre grösste Dicke (0,38—0,23 mm). Peripherisch wird sie dünner (etwa zur Hälfte). Den Aequator überschreitend (bis zu 0,09 mm verdünnt), endet sie als sogenannte *Ora serrata* (Fig. 199 *k*). Nach aussen von der Eintrittsstelle des Optikus (*i'*), etwa 3 bis 4 mm entfernt, liegt der gelbe Fleck, *Macula lutea*, die Stelle des deutlichsten Sehens (*q*). Seine Mitte bildet eine vertiefte Stelle, die sogenannte *Fovea centralis*.

Die *Retina*, mit zahlreichen anderen Formelementen versehen, erscheint als ein ausserordentlich verwickeltes Gebilde und zugleich von höchster Zartheit und Variabilität. Unendlich viel ist über sie in älteren und neueren Tagen gearbeitet worden; doch von einem Abschluss, trotz der Arbeiten von H. MÜLLER und

M. SCHULTZE, sind wir himmelweit entfernt, wie SCHWALBE's neueste Studie lehrt.

Die Retina (Fig. 202) wird äusserlich von der uns (S. 32) bekannten einfachen pigmentirten Epitheliallage umhüllt. Dann (1) erhalten wir die Schicht der Stäbchen und Zapfen; hierauf folgt die sogenannte äussere Begrenzungshaut, *Membrana limitans externa* (der Querstrich zwischen 1 und 2). An sie reiht sich die äussere Körnerschicht (2), dann die Zwischenkörnerschicht (3) an. Darauf folgen die innere Körnerschicht (4), dann das molekuläre Stratum (5). Weiter nach innen begegnen wir der Lage der Ganglienzellen (6), darauf der radialen Ausbreitung der Sehnervenfasern (7). Den Beschluss bildet endlich die innere Begrenzungshaut, die *Membrana limitans interna* (10). Stäbchen- und Zapfenlage, sowie die äussere Körnerlage nennt SCHWALBE Neuroepithel —, alles übrige Gehirnschicht.

Im Aufbau der so dünnen und so wunderbar verwickelten Haut müssen wir aber zweierlei Elemente, bindegewebige und nervöse, unterscheiden.

Tragen wir den ersteren zunächst Rechnung (Fig. 203 A), und beginnen wir von der Innenfläche.

Als eine erste bindegewebige Grenzschicht verdient die *Membrana limitans interna* (1), eine scheinbar wasserhelle, 0,0044 mm dicke Lage genannt zu werden. Nach innen hin (gegen den Glaskörper) glatt abgegrenzt, geht sie nach auswärts (zur Chorioidea)

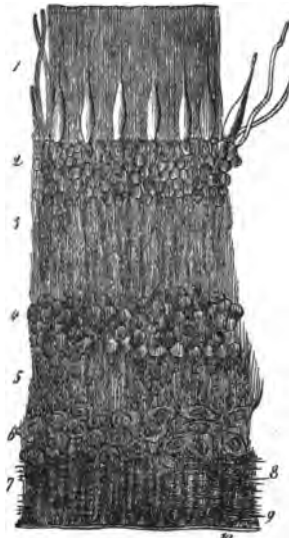


Fig. 202. Die Retina des Menschen im Vertikalschnitte. 1 Lage der Stäbchen und Zapfen, nach unten durch die *Membrana limitans externa* begrenzt; 2 die äussere Körnerschicht; 3 die Zwischenkörnerschicht; 4 die innere Körnerschicht; 5 die fein granulirte Schicht; 6 die Lage der Ganglienzellen; 7 die Ausbreitung der Sehnervenfasern; 8 die MÜLLER'schen Stützfaser; 9 ihre Umwandlung zu der inneren Begrenzungshaut; 10 die *M. limitans interna*.

externa eine durchlöchernte Grenzschrift, weiter nach aussen ein Bindemittel der Stäbchen und Zapfen.

Nachdem wir somit das bindegewebige Substrat kennen gelernt haben — es darf allerdings genetisch nicht mit dem gewöhnlichen Bindegewebe zusammengeworfen werden — gehen wir zu den nervösen Elementen der Retina (*B*) über. Wählen wir aber hier den umgekehrten Weg; beginnen wir also mit der Aussenlage.

Jene Schicht bilden die Stäbchen und Zapfen. Die Gesamtlage heisst Stäbchenschicht, *Stratum bacillosum*. Es sind nervöse Terminalzellen, denjenigen ähnlich, welche wir früher bei den anderen höheren Sinnesnerven antrafen. Doch diejenigen der Retina besitzen manche Eigenthümlichkeiten, und wir kennen sie genauer als ihre Verwandten. Interessant ist noch der Umstand, dass Stäbchen und Zapfen nach den Thiergruppen variiren. Ihr Ausmaass richtet sich nach demjenigen der rothen Blutzellen.

Die Stäbchen, *Bacilli* (*B b*), sind schlanke zylindrische Gebilde. Sie bestehen (MÜLLER, BRAUN, KRAUSE) regelmässig aus zwei Theilen, einem scheinbar homogenen schmäleren, das Licht stärker brechenden sogenannten »Aussenglied« und einem kürzeren »Innenglied«. Letzteres zeigt sich blasser, etwas körnig und von erheblicherem Quermesser. Bei niederen Wirbelthieren bildet das Retinal-Pigment förmliche Scheiden um jenes Aussenglied der Stäbchen und Zapfen. Bei Säugethier und Mensch ist die Pigmentumscheidung allerdings weniger ausgebildet.

Die Stäbchen erreichen in der Tiefe der Retina ihre grösste Länge, 0,06 mm und mehr. Nach vorne werden sie kürzer, gegen die *Ora serrata* hin nur 0,0399 mm hoch. Ihr Quermesser kann auf 0,0046—0,0048 mm geschätzt werden.

Nach ab- oder einwärts, unterhalb der *M. limitans externa*, geht das Stäbchen zur Spitze auslaufend in einen ausserordentlich feinen Faden, eine nervöse Primitivfibrille, aus (Fig. 203 B, Fig. 204 1, 4, Fig. 205 1, 3). Letztere durchsetzt vertikal

(oder also radial) die äussere Körnerschicht. In ihren Verlauf ist bald höher oben, bald mehr nach abwärts eine kleine Zelle, das sogenannte »Stäbchenkorn« eingebettet (Fig. 203 *B b'*, Fig. 204 1, 2, 3, Fig. 205 3). Letzteres bildet das eine Element der äusseren Körnerschicht.

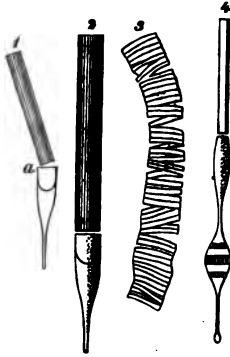


Fig. 204. Zur feineren Struktur der Stäbchen. 1 vom Huhn mit Aussen- und Innenglied, sowie dem Zapfenellipsoid; 2 vom Frosche; 3 das Aussenglied eines Froschstäbchens im Zerfall zu Querscheiben; 4 Stäbchen mit Korn vom Meeresschweinchen.

Man hat in neuerer Zeit noch verwickeltere Texturverhältnisse am Stäbchen beobachtet (Fig. 204). So fand man an der Grenze des Innengliedes gegen das Aussenglied, ersterem eingebettet, einen plankonvexen Körper, welcher die plane Basis nach oben richtete (1 a 2). Das ist das sogenannte »Stäbchenellipsoid« von KRAUSE.

Ferner — man weiss es schon längst — zerfällt das Aussenglied in Querplättchen (3).

Beim Menschen mögen diese Scheibchen eine Dicke von 0,0003—0,0004 mm besitzen (SCHULTZE).

Dann zeigt das Aussenglied eine Längsstreifung, bedingt durch longitudinale hohlkehlenartige Vertiefungen und dazwischen vorspringende Längsleisten, gleich einer kannelirten Säule (Fig. 204 1, 2 und Fig. 205 1 a). Indessen auch an den Innengliedern hat man hinterher Längsstreifung wahrgenommen (Fig. 205 1 und 3 b). In der Axe des Stäbchens will man ferner einen feinsten Faden, eine nervöse Primitivfibrille, bemerkt haben (RITTER).

Nicht sicherer fällt unser dermaliges Wissen über die Zapfen, Coni (Fig. 203 *B c*, Fig. 205 2) aus.

Sie besitzen beim Menschen die Gestalt einer schlanken Flasche. Ihre Basis ruht an der *M. limitans externa*. Nach oben geht der Zapfen in ein kürzeres konisches, unendlich veränderliches Ding, das sogenannte Zapfenstäbchen aus (Fig. 203 *B* über *c*, Fig. 205 2 a). Es ist das Aequivalent des Stäbchen-Aussengliedes, bezeichnet durch die grosse Neigung in Querscheibchen zu zerfallen. Das Innenglied oder der Zapfenkörper

(Fig. 205 2 b) zeigt wiederum jene Längsstreifung, ähnlich dem gleichwerthigen Stäbchentheile.

An der Basis des Stäbchens, unmittelbar unter der *Limitans externa*, begegnen wir einem zellenartigen Körper, dem sogenannten Zapfenkorn (Fig. 203 B c', Fig. 205 2 unterhalb d). Ein breiterer (bis 0,0029 mm dicker) Zapfenfaden zieht endlich nach abwärts die äussere Körnerschicht durchsetzend (Fig. 203 unterhalb c'). Er ist ein Bündelchen nervöser Primitivfibrillen.

Für das menschliche Auge ergeben sich hinsichtlich der Menge von Zapfen und Stäbchen interessante örtliche Verschiedenheiten (Fig. 206).

Im gelben Fleck, der Stelle des deutlichsten Sehens, begegnet man nur Zapfen, allerdings sehr verfeinerten (4). In der Nachbarschaft stehen letztere noch recht gedrängt, nur von einfachem Stäbchenkreise umgeben (2). Je weiter wir nach aussen gelangen, um so entfernter von einander angeordnet begegnen wir den Zapfen, um so grösser fällt also die Menge der dazwischen gelagerten Stäbchen aus (3).

Die Affen, die meisten unserer Haus-säugethiere zeigen Verwandtes. Nächtliche Thiere, wie die Katze, besitzen nur verkümmerte Zapfen; Fledermäuse, Igel, Maulwurf entbehren letzterer Elemente sogar gänzlich. Die Vögel besitzen dagegen Zapfen im Allgemeinen reichlich.

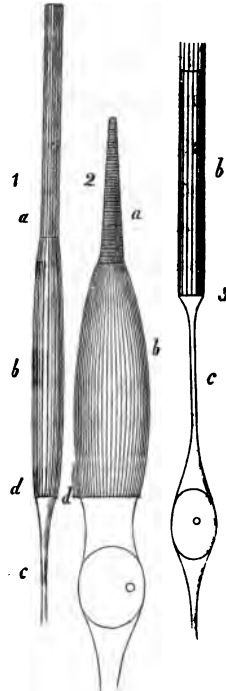


Fig. 205. Fibrillenüberzug der Stäbchen und Zapfen. 1 Stäbchen; 2 Zapfen des Menschen. a Aussen-, b Innenglied; c Stäbchenfaden; d *limitans externa*; 3 Stäbchen des Schafs. Die Fibrillen überragen hier das Innenglied; das Aussenglied fehlt.



Fig. 206. Die Stäbchenschicht von aussen betrachtet. a Zapfen; b Zapfenstäbchen; c gewöhnliche Stäbe. 1 Vom gelben Fleck. 2 an der Grenze desselben. 3 aus der Mitte der Netzhaut.

Bei Chamäleon und Eidechse kommen sogar keine Stäbchen mehr vor; wir begegnen nur der menschlichen *Macula lutea* gleich den Zapfen. Das Stäbchen erscheint als Endapparat für das gegenständliche farblose Sehen, sowie der Zapfen für die farbige Wahrnehmung der Aussenwelt dienen dürfte (SCHULTZE).

Die *Membrana limitans externa*, das siebartig durchlöchernte Grenzgebilde, kennen wir bereits. Durch kleinere Lücken treten die Stäbchenspitzen hinab, durch grössere die »Zapfenkörner«. Nach auswärts sendet endlich jene Haut die schon erwähnte zarte homogene Verbindungsmasse zwischen Stäbchen und Zapfen.

Die äussere Körnerschicht (*Stratum granulosum externum*) ist uns in ihrem bindegewebigen Gerüste bereits bekannt. Sie (Fig. 203 B) besteht aus übereinander geschichteten Lagen kleiner Zellen, wo ein minimaler Leib den Nukleus enge umschliesst. Wir unterscheiden hier also die grösseren (0,009 bis 0,012 mm messenden) höheren Zapfenkörner (*c'*) und die tiefer abwärts gelegenen kleineren (0,0045—0,0079 mm betragenden) Stäbchenkörner. Letztere allein zeigen eine eigenthümliche, vielleicht normale Querstreifung (Fig. 204. 4).

Soweit ist uns der Zusammenhang der Retina-Elemente klar. Aber jetzt, beim Betreten der sogenannten Zwischenkörnerschicht, des *Stratum intergranulosum*, geht uns leider derselbe verloren. Hier existirt eine betrübende Lücke des Wissens.

SCHULTZE, der treffliche Forscher, welchem wir bisher gefolgt sind, hatte angenommen, dass zur Zwischenkörnerschicht gelangt, die feinsten Stäbchenfibrillen kleinste Endknöpfchen bilden sollten (Fig. 203 B oberhalb *d*). Das ist nun entschieden nicht der Fall; das Fädchen biegt eben nur plötzlich unter starkem Winkel in eine andere Ebene um. Davon habe ich mich sicher überzeugt.

Die breiten Zapfenfasern theilen sich an derselben Stelle aber in drei feinste Fortsätze (oberhalb *d*).

In dem zartesten bindegewebigen Netzgerüste der Zwischenkörnerlage begegnen wir einem Gewirre feinsten horizontal und

schief ziehender nervöser Fädchen (*d*), den weiter laufenden Stäbchen- und Zapfenfibrillen.

Die innere Körnerschicht, *Stratum granulosum internum*, enthält also einmal, wie wir schon wissen (*A e'*), bindegewebige Kerne oder Zellchen von ovaler Gestalt. Daneben erscheinen Lagen schärfer begrenzter kugliger, kernführender Zellen (*B f*), in deren oberen Pol ein ziemlich feines nervöses Fädchen sich einsenkt, um am unteren beträchtlich verfeinert wieder auszutreten und senkrecht weiter zu ziehen. Eine Querstreifung zeigen diese nervösen Körner nicht.

Die molekulare oder feinkörnige Lage, *Stratum moleculare* (*B g*), wiederholt, aber allerdings mit grösserer Mächtigkeit, das feine bindegewebige Schwammwerk des *Stratum intergranulosum*. In ihr entdeckt man abermals ein Gewirre feinsten Primitivfibrillen. Absteigende Fasern tief gelegener Zellen der inneren Körnerschicht können, in jenes Gewirre eintretend, hier und da einmal beobachtet werden. An Verfolgung des Verlaufes dürfen wir aber nicht denken. Also hier eine neue Lücke unserer Kenntniss der Retina.

Gelangen wir jetzt zur Lage der Ganglienkörper, dem *Stratum cellulosum* (*B h*). Dieselben kommen in der Tiefe der Retina geschichtet (zu 10—6 Lagen) vor, um allmählich nach der Peripherie hin in einfacher Lage und unter zunehmenden Abständen von einander zu erscheinen. Mit Ausnahme des gelben Fleckes, wo die Ganglienkörper bipolar sind, bilden sie schöne multipolare Zellen von nicht unbeträchtlicher Grösse (bis zu 0,0377^{mm}). Ihre Protoplasmafortsätze kehren nach aussen, um zuletzt mit ihren Endzweigen in dem Fasergewirre der Molekularschicht zu verschwinden; ihr Axenzylinderfortsatz ist nach innen gerichtet (*h'*). Er geht über in eine Nervenfasern der Sehnervenfaserschicht, das *Stratum fibrillosum* (*i*).

Um letztere zu begreifen, müssen wir mit dem Inhalt des *Nervus opticus* beginnen. Er besitzt markhaltige, 0,0045 bis 0,0044^{mm} dicke Nervenfasern. Eingetreten in den Augapfel, haben

sie ihre Markscheiden verloren, und sind zu blassen Axenzylindern geworden *).

Vorgedungen in die Retina, breiten sich unsere Optikusfasern zu spitzwinklig sich theilenden und verbindenden Bündeln, zu einem Nervenplexus, aus. In dem Maasse, als wir ihren weiteren Verlauf nach vorne verfolgen, werden die Faserbündel dünner und dünner, sowie durch immer zunehmende Abstände getrennt. Zuletzt begegnen wir nur noch ganz vereinzelt Axenzylindern.

Wir haben Grund anzunehmen, dass jede Sehnervenfaser als Axenzylinderfortsatz in den Leib einer Ganglienzelle sich ein senke. Beweisen können wir es allerdings zur Zeit nicht.

Die *Membrana limitans interna*, bindegewebiger Natur, ist früher besprochen worden.

Die beste Stelle der Retina, der gelbe Fleck oder *Macula lutea*, bedarf noch einer kurzen Erwähnung.

Die bindegewebige Gerüstmasse mit Ausnahme der *Limitans interna* verkümmert. Die Nervenfaserschicht schwindet ebenfalls; die Lage der Ganglienzellen, in der Peripherie noch mächtig entwickelt, fehlt im Centrum der Fovea zuletzt ebenfalls gänzlich. Auch die Molekular- und innere Körnerschicht erleidet das gleiche Geschick. Es bleiben also hier nur die (ausschliesslich vorkommenden) Zapfen mit dem *Stratum granulosum externum* übrig.

Letztere (Fig. 207) sind allerdings nicht mehr die alten. Ihr Körper hat sich zuletzt bis auf 0,0028—0,0033 mm (SCHULTZE) verschmälert; er ist fast zur Dünne des Stäbchens herabgesunken, und die Zapfenstäbchen bis zu 0,004 und 0,0009 mm. Die Zapfenfaser scheint wenig von jener Verdünnung betroffen zu sein. Das Zapfenkorn liegt hier bald höher, bald tiefer (a); wir möchten sagen nothgedrungen.

Noch ein anderes Verhältniss tritt uns entgegen. In den peripherischen Lagen der Retina durchsetzt die Zapfenfaser senk-

*) Auffallend ist es, dass bei einzelnen menschlichen Netzhäuten die Markscheide der Nervenröhren sich erhält. Auch beim Hunde kommt das Gleiche nicht gar selten vor, bei Kaninchen und Hasen ist es sogar Regel.

recht absteigend unsere Membran. Hier nun verlässt letztere jene Richtung mehr und mehr, um schief nach aus- und abwärts zu verlaufen (*a*). Dieses führt unter der äusseren Körnerschicht (also der Lage der Zapfenkörner) ein ganz eigenthümliches Bild herbei.

Nach vorne gegen die *Ora serrata* hin verarmt unter zunehmender Verdünnung die Retina an nervösen Elementen; das bindegewebige Gerüste gewinnt mehr und mehr die Oberhand; zuletzt sind alle nervösen Bestandtheile verschwunden.

Als Ziliarthteil der Retina bezeichnet man ein System zylindrischer Zellen, welches, über die *Ora serrata* hinaus der *Zonula Zinnii* aufliegend, verläuft bis zur Iris, nach Manchen sogar bis zum Pupillarrand der letzteren.

Die Blutgefässe der Retina, aus der *Arteria centralis* stammend, bilden ein zierlich weitmaschiges Netz feinsten Röhren.

Sie nehmen den Innentheil der Netzhaut ein, dringen jedoch nach aussen bis in die innere Körnerschicht und vielleicht noch weiter vor. Die Adventitia derselben umhüllt die Innenschicht nur lose; hier bleibt ein lymphatischer Raum.

Wir vermögen unmöglich auf die höchst verwickelte Anordnung der Blutgefässe des Augapfels einzutreten. Wir müssen dieses spezielleren Werken überlassen.

Noch ein paar Worte über die Lymphbahnen des Aug-

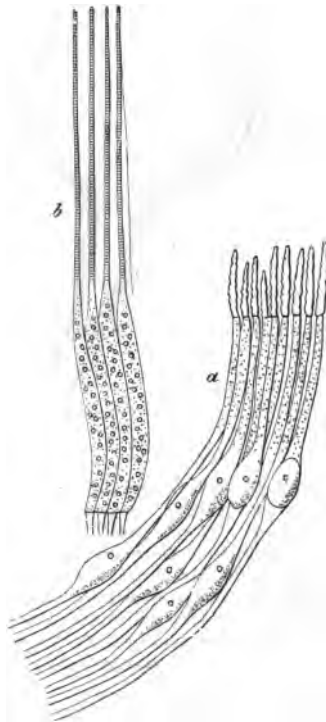


Fig. 207. Zapfen aus der *Macula lutea* und *Fovea centralis* des Menschen. *a* mit zeretztem Aussengliede; *b* mit Plättchenzerfall desselben.

apfels (Fig. 208) möchten wir, gestützt auf SCHWALBE's schöne Arbeiten, aber beifügen.

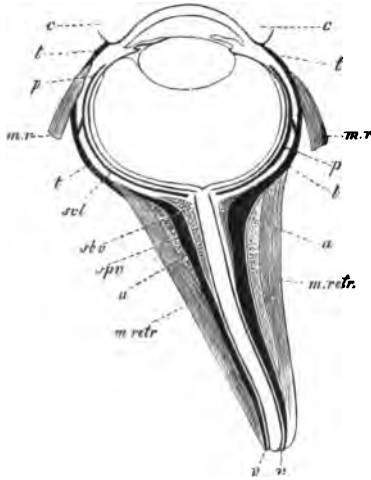


Fig. 208. Die hinteren Lymphbahnen des Schwein-
auges. *c* Konjunktiva; *mr* gerade Augenmuskeln;
m. retr der *Retractor bulbi*; *a* Fettlage; *v* die
äußere Scheide des Sehnerven; *t* der »Tenon'sche«
Raum, nach hinten in den »supravaginalen« *spv*
übergehend; *s b v* »subvaginale« Raum zwischen
innerer und äußerer Sehnervenscheide; *p* »Peri-
chorioidealraum« durch schiefe Gänge mit dem
Tenon'schen zusammenhängend.

Man kann mit diesem Forscher eine vordere und hintere Lymphbahn des Bulbus annehmen.

Erstere, aus Iris und Ziliarfortsätzen stammend, hat ihr Zentralreservoir in der vorderen Augenkammer. Zu jener Abtheilung rechnen ebenfalls noch die lymphatischen Bahnen der Hornhaut und Konjunktiva.

Alles nun, was rückwärts von den Ziliarfortsätzen liegt, bildet jene hinteren Lymphwege. Sklera und Chorioidea fehlen möglicherweise bestimmte lymphatische Gänge. Dagegen

hat die Bedeutung eines Lymphbehälters der schalenartige Raum zwischen beiden Membranen, welchen wir schon als *Lamina fusca* kennen. Das ist SCHWALBE's Perichorioidealraum (*p*). Von ihm aus (in der Höhe von *mr* unserer Zeichnung) erfolgt der Uebergang der lymphatischen Flüssigkeit in den sogenannten TENON'schen Raum (*t*), d. h. die Lücke zwischen Aussenfläche der Sklera und der TENON'schen Kapsel des Augapfels. Die verbindenden Lymphkanäle umhüllen scheidenartig die sogenannten *Vasa vorticiosa* der Chorioidea. Nach hinten setzt sich der TENON'sche Behälter in den sogenannten supravaginalen Raum (*s p v*) fort, eine zylindrische Scheidenhülle des Sehnerven.

KEY und RERZIUS, die beiden bei den Lymphbahnen der nervösen Zentralorgane erwähnten tüchtigen Beobachter, injizierten von dem

Subduralraum des Gehirns (S. 242) aus einen zwischen äusserer und innerer Optikusseide befindlichen Zwischenraum, Subvaginalraum von SCHWALBE (*s b v*), und von demselben trieben sie Injektionsmasse in SCHWALBE's Perichorioidealraum. SCHWALBE nimmt indessen letztere Verbindung nicht an.

Auch unterhalb der inneren Sehnervenscheide lässt sich Injektionsmasse zwischen die Sehnervenfaser-Bündel eintreiben, und zwar vom subarachnoidealen Raum des Gehirns (S. 242) aus.

Die Lymphbahnen der Retina umhüllen also scheidenartig deren Kapillaren und Venen.

Wir kommen auf die Augenkammer, den Zentralbehälter der vorderen Augenlymphe zurück. Wie verhalten sich seine Zuflusswege?

Einmal leitet ein Spaltensystem aus dem PETIT'schen Kanal in die hintere und somit auch die vordere Augenkammer. Vom FONTANA'schen Raum im *Ligamentum pectinatum iridis* eröffnen sich weitere und wichtigere Einleitungswege, wohl für die Lymphe der Blendung und Ziliarfortsätze.

Von der Peripherie der DESCOMET'schen Haut her gelangt Injektionsmasse in den SCHLEMM'schen Kanal (S. 260).

Sollte hier wirklich eine Verbindung zwischen Lymph- und Venenbahn existiren, ähnlich derjenigen, welche KEY und RETZIUS durch die Beihülfe der PACCHIONI'schen Granulationen für die Gehirnhüllen (S. 243) annahmen? LEBER, ein um die Anatomie des Auges hoch verdienter Beobachter, hat dieses allerdings bestritten — und er dürfte Recht haben.

Wir haben noch der äusserlichen unwichtigeren Anhangsgebilde des Augapfels kurz zu gedenken.

Die Augenlider enthalten im festen Bindegewebe des Tarsalknorpels eingebettet die sogenannten MEIBOM'schen Drüsen, kurze ausgebuchtete Schläuche mit fettigen Inhaltzellen, aber ohne *Membrana propria* und Muskeln des Ausführungsganges. Ihr Sekret ist die sogenannte Augenbutter, *Sebum palpebrale*.

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, stellt über die Hinterfläche der Augenlider und die Vorderseite der Sklera eine vollständige Schleimhaut dar; über die Hornhaut bleibt nur das geschichtete Plattenepithel übrig, da die Mukosa in Kornealgewebe sich umgewandelt hat.

Die Bindehautdrüsen sind mannigfacher Art. Wir begegnen beim Menschen und einigen Säugethieren kleine Schleimdrüsen; doch enthalten die Zellen Fettkörnchen. Bei Wiederkäuern kommen an der Peripherie der Kornea Knäueldrüsen (Fig. 449) vor (MEISSNER). Das Schwein hat hier nach auswärts, also gegen den äusseren Augenwinkel hin, noch einfache Blindsäcke erkennen lassen (MANZ). Im Tarsalrande des menschlichen Augenlides begegnet man modifizirten Schweissdrüsen (WALDEYER).

Ueber die Trachomdrüsen haben wir schon früher (S. 449) das Nothwendige mitgetheilt. Aechte lymphoide Follikel dürften übrigens dem Menschen abgehen (WALDEYER). Die Endkolben der Bindehaut sind S. 249 besprochen worden.

Die Thränendrüse, *Glandula lacrymalis*, besteht aus einem Aggregat traubiger Einzeldrüsen. Die Sekretionszellen sind niedrige körnige Zylinder. Die Nervenendigung kennen wir auch hier noch nicht. Der Wegleitungsapparat bietet an seinen verschiedenen Stellen Differenzen der Struktur dar. Wir überlassen ihre Schilderung gleich so manchem Andern ausführlichen Lehrbüchern.

R e g i s t e r.

- Ablösung der Zellen** 43.
Acinus der Drüsen 437.
Adergeflechte (Plexus chorioides) des Gehirns s. Zentralorgane des Nervensystems.
Aderhaut des Auges (Chorioidea) s. Auge.
Alveolen der Lunge 466.
Alveolengänge der Lunge 466.
Ammonshorn (Corna Ammonis) des Gehirns s. Nervenzentren.
Anthrakose der Lungen 468. — der Bronchialdrüsen 468.
Aquila Cotunnii (Perilymphe) des Gehörorgans s. Gehörwerkzeug.
 — vitrea auditiva (Endolympe) s. Gehörwerkzeug.
Arachnoidea (Spinnwebenhaut) s. Nervenzentren.
Arrector pili 86.
Arteriae helicinae 204.
Arterien 400.
Arteriolae rectae der Niere 478.
Athmungsorgane s. Lunge.
Augapfel s. Auge.
Auge 257. — Theile des Augapfels 257. — Hornhaut 258. — Sklera 259. — Canalis Schlemmii 260. — Aderhaut, Chorioidea 260. — Theile derselben 260. — Strahlenkranz 260. — Ziliarfortsätze 260. — Ziliarmuskel 260. — Iris 264. — Sphinkter und Dilatator pupillae 264. — Ligamentum fectinatum iridis 264. — Nerven der Iris etc. 262. — Krystalllinse 262. — Glaskörper 262. — Zonula Zinnii 262. — Canalis Petitii 262. — Nerven-, Netzhaut (Retina) 262. — Anordnung 262. — Macula lutea 262. — Schichten 263. — Gerüstsubstanz 263. — Membrana limitans interna 263. — Müller'sche Fasern 264. — M. limit. externa 264. — Stäbchen und Zapfen 265. — Aeussere Körnerschicht 268. — Zwischenkörnerlage 268. — Innere Körnerschicht 268. — Molekulares Stratum 269. — Lage der Ganglienzellen 269. — Der Nervenfasern 269. Macula lutea 270. — Pars ciliares 274. — Lymphbahnen des Auges 274. — Augenlider 274. — Drüsen der Konjunktiva 274. — Thränendrüse 274.
Augenbutter (Sebum palpebrale) s. Auge.
Augenlider (Palpebrae) s. Auge.
Auerbachs Plexus myentericus 228.
Ausspritzungskanäle (Ductus ejaculatorii) der Hoden 499.
Austritt farbiger Blutzellen durch die Gefässwand 96. — A. lymphoider Zellen 96.
Axenfibrillen der Nerven 207.
Axenkanal des Rückenmarks 234.
Axenzylinder 203.
Axenzylinderfortsatz der Ganglienzellen 244.
Bacilli der Retina s. Auge.
Backendrüsen s. Verdauungsapparat.
Bänder s. Bindegewebe.
Bänder, elastische s. Bindegewebe.
Balken (Corpus callosum) s. Nervenzentren.
Bartholini'sche Drüsen 489.

- Bathybius 4.
 Bauchspeicheldrüse (Pankreas) s. Verdauungsorgane.
 Becherzellen 5.
 Beinhaut (Periost) s. Bindegewebe und Knochen.
 Bellini'sche Röhren s. Niere.
 Bindegewebe 55. — Fibrillen, Bündel, elastische Elemente 55. — elastische Scheiden 57. — Zellen in zweierlei Formen 58. — formloses B. 60. — geformtes 60. — Hornhaut 60. — Sehnen 64. — Bänder 64. — bindegewebige Knorpel 64. — fibröse Häute 64. — seröse 64. — Lederhaut 62. — Schleimhäute 62. — Gefäßhäute (Pia mater, Plexus chorioideus und Chorioidea) 62. — bindegewebige Gefäßwandungen 62. — elastische Strukturen 62. — Pathologisches 62. — embryonale Verhältnisse des Gewebes 62.
 Bindehaut (Conjunctiva) des Auges 274.
 Bindesubstanz 43.
 Bindesubstanz, lymphoide und retikuläre 49.
 Blut 22. — Zellen und Plasma 22. — Rote Blutkörperchen und Lymphoidzellen 22. — Beschaffenheit ersterer 23. — Differenzen derselben nach den Wirbelthiergruppen 23. — Lymphoidzellen des Blutes 25. — Mengenverhältnisse 25. — Blutkreislauf 26. — Schicksal der Lymphoidzellen 26. — Genese des Blutes beim Embryo 27.
 Blutgefäße s. Gefäßsystem.
 Blutgefäßdrüsen 129. — Schilddrüse 129. — Bau 129. — Kolloidbildung 130. — Nebennieren 130. — Rinde- und Marksicht 134. — Struktur 134. — Gefäße und Nerven 132. — Hirnanhang 132. — Steissdrüse 133. — Ganglion intercaroticum 133.
 Bowman'sche Drüsen der Regio olfactoria s. Geruchsorgan.
 Bronchien s. Lunge.
 Bruch'sche Trachomfollikel 149. 174.
 Brunner'sche Drüsen 154.
 Brustwarze s. Geschlechtsapparat, weibl.
 Bulbus alfactorius s. Geruchswerkzeug.
 Canalis cochlearis s. Gehörwerkzeug.
 Canalis Fontanae s. Auge. — Petiti s. Auge. — Schlemmii s. Auge.
 Cerebellum (kleines Gehirn) s. Nervenzentren.
 Cerebrin 203.
 Cerebrum (grosses Gehirn) s. Nervenzentren.
 Cerumen s. Gehörwerkzeug.
 Choriocapillaris s. Auge.
 Chorioidea s. Auge.
 Chorion des Eies 184.
 Chylus 28.
 Chylusgefäße 109. 121.
 Clitoriss s. Geschlechtssystem, weibliches.
 Cochlea (Schnecke) s. Gehörwerkzeug.
 Columnae Bertini s. Niere.
 Commissura anterior und posterior des Rückenmarks s. Nervenzentren.
 Conarium (Zirbeldrüse) des Gehirns s. Nervenzentren.
 Conjunctiva s. Auge.
 Coni (Zapfen) der Retina s. Auge.
 Conivasculosi s. Geschlechtsapparat, männlichen.
 Cornea (Hornhaut) 60, 217 u. s. Auge.
 Corneal tubes s. Auge.
 Cornealnerven 217.
 Cornu Ammonis des Gehirns s. Nervenzentren.
 Corpora cavernosa 200.
 Corpora quadrigemina des Gehirns s. Nervenzentren.
 Corpus ciliare s. Auge.
 Corpus epididymidis s. Geschlechtsapparat, männlichen.
 Corpus Highomoris s. Geschlechtsapparat, männlichen.
 Corpus luteum (gelber Körper) s. Geschlechtsapparat, weiblichen.
 Corpus striatum des Gehirns s. Nervenzentren.
 Corpus vitreum s. Auge.
 Cortex corticis der Niere s. diese.
 Corti'sche Fasern s. Gehörwerkzeug.
 Corti'sches Organ s. Gehörwerkzeug.
 Corti'sche Zellen s. Gehörwerkzeug.
 Cowper'sche Drüsen s. Geschlechtsapparat, männlichen.
 Crura cerebri und cerebelli des Gehirns s. Nervenzentren.
 Cytode 2.

- Darmdrüsen** s. Drüsen und Verdauungsorgane.
Darmzotten 440 und Verdauungsorgane.
Dehiscenz der Eierstocksfollikels s. Geschlechtssystem, weibliches.
Deiters'sche Zellen der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
Dentine (Zahnbein) 78.
Dentinzellen 80.
Dickdarm s. Verdauungsorgane.
Dickdarmschläuche s. Verdauungsorgane.
Dilatator pupillae s. Auge.
Discs der quergestreiften Muskeln s. Muskelgewebe.
Dotter s. Ei.
Dottertheilung s. Ei.
Drüsengewebe 434. — Begriff 434. — Drüsenbestandtheile 435. — Verschiedene Drüsenformen 436 — Drüsenzellen 437. — Sekretbildung 439. — Gefäße 441. — Lymphbahnen 442. — Nerven 442. — Ausführungsgang 442. — Einzelne Drüsen des Körpers 443. — Genese 444.
Drüsen, Schleim- 447.
Drüsen, seröse 449.
Drüsenkapillaren 441.
Drüsennerven 248.
Dünndarm s. Verdauungsapparat.
Dura mater 64 und 244.
Duverney'sche Drüsen 439.
Ei 5. 484.
Eier, primordiale s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eierstock s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eierstockfollikels s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eikeime s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eileiters s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eistränge s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Eiterkörperchen (Lymphoidzellen) 40.
Elastisches Gewebe 56.
Email der Zähne 80.
Emigration rother und farbloser Blutzellen 96.
Endkolben des Nervensystems 248.
Endogene (sogenannte) Zellenbildung 46.
Endothelium 80.
Endplatten der Muskelnerven s. Nervenendigung.
Engelmann's Nebenscheibe des quergestreiften Muskels 90.
Epidermis s. Epithelium.
Epididymis (Nebenhoden) s. Geschlechtsapparat, männlichen.
Epithelium 80. — Endothelium 30. — Platten-, Zylinder- und Wimper- (Flimmer-) Epithel 30. 34. — Kittsubstanz 34. — Pigmentirtes E. 32. — Geschichtetes 33. — Stachel- und Riffzellen 34. — Epidermis 34. — Flimmerbewegung 37. — Nagelgewebe 39. — Nagelzellen 39. — Haare 40. — Haarschaft und Haarwurzel 40. — Wurzelscheiden 40. — Rinde und Mark des Haares 41. — Oberhäutchen 41. — Vorkommen der Haare, Wollhärchen 42.
Erektion 304.
Eustachi'sche Röhre s. Gehörwerkzeug.
Faserknorpel s. Knorpelgewebe.
Fasernetzknorpel s. Knorpelgewebe.
Faserzelle, kontraktile s. Muskelgewebe.
Fettdegeneration 44. 94.
Fettgewebe 51. — Fettzellen 51. — Fetttropfen 52. — Chemische Konstitution des Körperfettes 52. — Fettverarmende Zellen 53. — Vorkommen des Fettgewebes 53. — Genese 54.
Fleck, gelber, der Retina s. Sehwerkzeug.
Fleischtheilchen s. Muskelgewebe.
Flimmerbewegungs Epithelium.
Flimmerzellen s. Epithelium.
Follikel der Lymphknoten s. diese.
Follikel, Graaf'sche, des Eierstocks s. Geschlechtsorgane, weibl.
Follikel, Malpighi'sche, der Milz s. diese.
Follikelanlagen des Eierstocks s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Follikelketten des Eierstocks, s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Formbestandtheile des Körpers 3.
Formenwechsel, amöboider, der Zellen 9.

- Formatia granulosa des Eierstocks** s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Fovea centralis der Retina s. Auge.
Fruchthälter (Uterus) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Furchungsprozess des Eidotterers 487.
Gabelzellen s. Geschmackswerkzeug.
Gallenblase s. Leber.
Gallengänge s. Leber.
Gallengangdrüsen s. Leber.
Gallenkapillaren s. Leber.
Gallertgewebe und retikuläre Binde substanz 49. — Glaskörper 49. — Retikuläre Binde substanz 50. — Lymphoidzellen und Modifikation des Gewebes 50. 51.
Ganglien s. Nervenzentren.
Ganglienkörpers Nervengewebe.
Ganglienzellen s. Nervengewebe.
Ganglienzellenschicht der Retina s. Auge.
Gaumendrüschen s. Verdauungsapparat.
Gebärmutter (Uterus) s. Geschlechtssystem, weibliches.
Gefässbildung s. Gefässe.
Gefässe der Blutbahn (17). Arterien, Venen und Kapillaren 95. — Kapillaren 95. — Gefässzellen 96. — Adventitia capillaris 97. — Lymphscheiden 97. — Struktur stärkerer arterieller und venöser Stämmchen 97. — Bau der Venen 99. — der Arterien 100. — Klappen 101. — Kapillarsystem 101. — Kapillarnetze 102. — Verschiedene Formen derselben 102. 103. — Genese beim Embryo 105. — G. der Lymphbahn 108. — Darmzotten 110. — Andere Lokalitäten 111. — Lymphatische Oeffnungen 112. — Saftkanälchen (Saftspalten) 113. — Lymphdrüsen (Lymphknoten) 114. — ihr Bau 114. — Rinde, Mark, Follikel, Markstränge, Septensystem, Umhüllungsräume 114. 115. — Lymphgänge des Marks 116. — Gefässe 116. — Lymphstrom 117.
Gefässgewebe s. Gefässe.
Gefässhäute s. Gefässe und Bindegewebe.
Gefässknäuel (Glomerulus) der Niere 104. 172.
Gefühlsorgan 244.
Gegenbaur's Osteoblasten s. Knochengewebe.
Gehirn, grosses, s. Nervenzentren.
Gehirn, kleines, s. Nervenzentren.
Gehörknöchelchen s. Gehörorgan.
Gehörorgan 251. — Aeusseres Ohr 251. — Trommel- oder Paukenfell 251. — Gehörknöchelchen 251. — Eustachi'sche Röhre 252. — Inneres Ohr 252. — Vorhof und halbkreisförmige Kanäle 252. — Gehörsteine 252. — Schnecke 254. — ihr Bau 254. — Reissner'scher oder Schneckenkanal, Corti'sches Organ, Endigung des Schneckenerven etc. 252. 256.
Gehörsteine s. Gehörorgan.
Gelenkknorpel 48.
Generallamellen s. Knochengewebe.
Gerinnung des Blutes 27.
Gerinnung des Nervenmarks 204.
Geruchsnerv s. Geruchsorgan.
Geruchsorgan 248. — Regio olfactoria 248. — ihr Bau 249. — Riechzellen 250. — Endigung derselben 250.
Geschlechtsorgane. a) weibliche: Eierstock 181. — Rinden- und Markmasse desselben 181. — Keimepithel 181. — Kortikale oder Zone der Primordialfollikel 182. — Reifer Graaf'scher Follikel 183. — Ei mit Chorion, Dotter, Keimbläschen und Keimfleck 184. — Blut- und Lymphgefässe 185. — Nebeneierstock, Paraoarium 185. — Genese 186. — Follikelketten oder Eistränge 186. — Gelber Körper (Corpus luteum) 187. — Theilung des Eichen 187. — Eileiter (Ovidukt) 188. — Fruchthälter (Uterus) 188. — Uterindrüsen 188. — Blut- und Lymphbahnen des Uterus 189. — Schwangerschaft 189. — Scheide (Vagina) 189. — Hymen, Clitoris, Nymphen und Labia majora 189. — Vorhof, Scheideneingang 189. — Milchdrüse 190. — Kolostrum und Milch 191. — b) männlicher: Hoden, Testikel 192. — Corpus Highmori und Samenkanälchen 192. — Nebenhoden etc. 193. — Samenleiter (Vas deferens) 193. — Vas aberrans Halleri 193. — Bau der Samenkanälchen 193. — Blut- und Lymphgefässe 195. — Genese 195. — Samenfäden 196. — Begattung

197. — Genese 197. — Spermatoblasten 198. — Bau des Vas deferens 199. — Samenbläschen, Ausspritzungskanäle, Prostata, andere Drüsen 199. — Harnröhre 199. — Corpora cavernosa, Glans 199. — Colliculus seminalis 200. — Littre'sche und Tyson'sche Drüsen 200. — Bau des kavernenösen Gewebes 200. — Erektion 201. — Gefässe 201.
- Geschmacksknospen s. Geschmackswerkzeug.
- Geschmacksorgan (Zunge) s. Geschmackswerkzeug.
- Geschmackswärzchen der Zunge s. Geschmackswerkzeug.
- Geschmackswerkzeug 247. — Die verschiedenen Papillen 247. — Papillae circumvallatae und foliata 247. — Geschmacksknospen 247. — Nervenendigung 248.
- Geschmackszellen s. Geschmackswerkzeug.
- Gewebe 3.
- Gewebe, einfache 24.
- Gewebe, zusammengesetzte 22.
- Gewebeeintheilung 24.
- Gewebeelemente 4.
- Gewebekitt 17.
- Gewebelehre 3.
- Glaskörper 49 und Auge.
- Glied (Penis) s. Geschlechtsorgane, männliche.
- Glomerulus s. Gefässknauel der Niere.
- Goll'scher Strang des Rückenmarks s. Nervenzentren.
- Graaf'scher Follikel des Eierstocks s. Geschlechtsorgane, weibliche.
- Grenzschicht der Niere s. Harnwerkzeuge.
- Grenzschichten der Retina s. Auge.
- Grosshirnganglien s. Nervenzentren.
- Grundlamellen s. Knochengewebe.
- Haare s. Epithelium.
- Haarbalg s. Epithelium.
- Haarbalgmuskel 86.
- Haargefässe s. Gefässgewebe.
- Haarknopf(-kolben) s. Epithelium.
- Haarpapille s. Epithelium.
- Haarschaft s. Epithelium.
- Haarwurzel s. Epithelium.
- Habenulae der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
- Halbkugeln des grossen und kleinen Gehirns s. Nervenzentren.
- Hämoglobin 23.
- Harnapparat 174. — Niere 174. — Rinde und Mark 174. — Markpyramiden 174. — Columnae Bertini 174. — Harnkanälchen (Bellini'sche Röhrchen) 172. — Rindenpyramiden und Gefässknauel 172. — Nierenwarzen (Papillae renales) 172. — Schleifenkanälchen 173. — Ihre beiden Schenkel 173. — Müller'- oder Bowman'sche Kapsel des Glomerulus 174. — Verlauf der Harnkanälchen, Schaltstück etc. 175. — Gefässanordnung 176. — Cortex corticis 177. — Vasa recta 178. — Lymphbahnen 179. — Theorie der Harnabscheidung nach Ludwig, Bowman 179. — Harnwege, Nierenkelche und Nierenbecken 179. — Ureter 180. — Harnblase 180. — Weibliche Harnröhre 180.
- Harnblase s. Harnapparat.
- Harnkanälchen s. Niere.
- Harnröhre, weibliche, s. Harnapparat, H. männliche s. Geschlechtssystem, männliches.
- Haut s. Bindegewebe 62 und Sinneswerkzeuge 244. — Gefühlswärzchen 244. — Blut- und Lymphgefässe 224. 225. — Drüsen 225.
- Häute, fibröse, seröse etc. s. Bindegewebe.
- Hauttalg (Sebum cutaneum) s. Sinneswerkzeuge.
- Havers'sche Kanälchen s. Knochengewebe.
- Havers'sche Lamellen s. Knochengewebe.
- Haversian Spaces s. Knochengewebe.
- Henle'sche Schleifen der Harnkanälchen s. Harnapparat.
- Hensen's Mittelscheibe des quergestreiften Muskels 90.
- Herzmuskulatur 94.
- Hilusstroma der Lymphknoten 144.
- Hinterhorn des Rückenmarks s. Nervenzentren.
- Hirnanhang (Hypophysis cerebri) 132.
- Hirnstiele (Pedunculi) des Gehirns s. Nervenzentren.
- Hoden s. Geschlechtssystem, männliche.
- Hornblatt 30.

Hornhaut (Cornea) des Auges 60 und Auge.
 Hornhautkörperchen 64. 258.
 Hornhautnerven 247.
 Hornhautzellen 60. 259.
 Hornschicht der Epidermis 34.
 Hülle feiner Nervenstämmchen 64. 243.
 Hüllengebilde des Zentralnervensystems 244.
 Humor aqueus des Auges s. Auge.
 Humor vitreus des Auges s. Glaskörper.
 Hymen s. Geschlechtssystem, weibl.
 Hypophysis cerebri s. Hirnanhang.

Infandibula der Lungen s. Lunge.
 Interglobularräume des Zahn-
 gewebes s. dieses.
 Iris (Blendung) des Auges s. Auge.
 Irisnerven s. Auge.

Jungfernhäutchen s. Geschlechtssystem, weibliches.

Kalkkanälchen s. Knochengewebe.
 Kanäle, halbkreisförmige, des Gehörorgans s. Gehörwerkzeug.
 Kapillaren (Haargefäße) s. Gefäße.
 Kapillaradventitia s. Gefäße.
 Kapillargefäße s. Gefäße.
 Kapillarschlinge s. Gefäße.
 Kapillarschlingennetz s. Gefäße.
 Karotidendrüse 433.
 Kavernöse Gänge der Lymphknoten s. diese.
 Kavernöse Körper s. Geschlechtssystem, männliches.
 Kehlkopf s. Lungé.
 Keimbläschen s. Ei.
 Keimblätter 30 etc.
 Keimfleck s. Ei.
 Keratin 6.
 Kern der Zelle 6.
 Kernkörperchen der Zelle 6.
 Kitzler s. Geschlechtssystem, weibl.
 Klappen der Gefäße s. diese.
 Knaueldrüsen 436.
 Knochen s. Knochengewebe.
 Knochengewebe 65. — Arten der Knochen 65 — Mark- oder Havers'sche Kanälchen 66. — Havers'sche und Generallamellen 66. — Kalkkanälchen 66. — Knochenkörperchen oder Knochenhöhlen 67. — Kalkkanälchen 67. — Knochenzellen

67. — Knochenmischung 68. — Knochenknorpel 69. — Knochenmark 69. — Knochenentstehung (Osteogenese) 70. — Knorpelmark 70. — Verknöcherungs- (Ossifikations-) Punkte 74. — Knochenbildung auf Kosten des Knorpelgewebes 74. — Osteoblasten 72. — Endochondraler Knochen 74. — Appositions- und Expansionstheorie 74. — Haversian spaces 74. — Osteoklasten 74. — Periosteale Knochenbildung 76. — Sharpey'sche Fasern 77.

Knochenhöhlen s. Knochengewebe.
 Knochenknorpel s. Knochengewebe.

Knochenmark s. Knochengewebe.
 Knochenzellen s. Knochengewebe.
 Knorpel 45. — Hyaliner, elastischer (Netz-) und bindegewebiger Knorpel 45. — Knorpelhöhlen und Knorpelzellen 46. — Knorpelkapseln 46. — Interzellulärschubstanz 46. — Faserumwandlung und Verkalkung 47. — Vorkommen des hyalinen Knorpels 48. — Netzknorpel 48. — bindegewebiger 49.

Knorpelkapseln s. Knorpel.

Knorpelmark s. Knochen.

Knorpelzelle s. Knorpel.

Körner, sogenannte, des Cerebellums s. Nervenzentren. — der Retina s. Auge.

Körnerschichten der Retina s. Auge.

Körper, gelber, (Corpus luteum) des Eierstocks s. Geschlechtssystem, weibliches.

Kolloid 430.

Kolloidumwandlung der Schilddrüsenräume 430. — des Gehirnanhangs 433.

Kolostrum s. Geschlechtssystem, weibliches.

Kommissuren des Rückenmarks s. Nervenzentren.

Konjunktiva des Auges s. Auge.

Kontour, doppelter, der Nerven s. Nervengewebe.

Kontraktilität der lebendigen Zelle 9.

Krause'sche Querlinie des Muskels s. Muskelgewebe.

Kreislaufsapparat s. Gefäße.

Kropf s. Blutgefäßdrüsen (Schilddrüse).

Labdrüsen s. Magen.

Labzellen s. Magen.

Lamellen des Knochens s. Knochengewebe.
 Lamina elastica anterior der Hornhauts. Auge.
 Lamina fusca der Chorioidea s. Auge.
 Lamina reticularis (velamentosa) s. Gehörwerkzeug.
 Lamina spiralis der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
 Leber 459. — Leberläppchen 459. — Leberzellen 459. — Fettleber 460. Leberzellenbalken 460. — Gefäße 460. — Gerüste 464. — Gallenwege und Gallenkapillaren 464. — Lymphgefäße 463.
 Lebergefäße s. Leber.
 Lebergerüste s. Leber.
 Leberläppchen (-Inseln) s. Leber.
 Leukämie 429.
 Lieberkühn'sche Drüsen s. Verdauungswerkzeuge.
 Ligamente s. Bindegewebe.
 Ligamentum ciliare s. Sehwerkzeug.
 Ligamentum pectinatum iridis s. Sehwerkzeug.
 Ligamentum spirale der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
 Linsenförmige Magendrüschen s. Lymphoide Organe.
 Linsengewebe 83. — Linsenkapsel 83. — Linsenfasern 83.
 Linsenkapsel s. Linsengewebe.
 Liquor folliculi s. Geschlechtssystem, weibliches.
 Lufröhre s. Lunge.
 Luftzellen s. Lunge.
 Lunge 465. — Kehlkopf 465. — Lufröhre 465. — Lunge 466. — Alveolengänge und Lungenläppchen 466. — Lungenbläschen, Lungenzellen, Alveolen 466. — Struktur 467. — Schwarzes Lungenpigment 468. — Gefässanordnung 469. — Lungenepithel 470.
 Lymphbahn s. Lymphwege.
 Lymphdrüsen s. Lymphwege.
 Lympe 28.
 Lymphgefäße s. Lymphwege.
 Lymphknoten s. Lymphwege.
 Lymphkörperchen s. Lymphoidzellen.
 Lymphoide Follikel s. Lymphoide Organe.
 Lymphoide Organe 448. — Linsenförmige Drüschen, solitäre und Peyer'sche Follikel, Tonsillen und Trachomdrüsen 448. — Bau der

Tonsillen 449. — Trachomdrüsen im Einzelnen 449. — Der Bau der Peyer'schen Plaques 420. — Milz 423. — Malpighi'sche Körperchen und Pulpa 423. — Gefäße 423. — Blutkörperchenhaltige Zellen 428. — Leukämie 429. — Lymphwege 429. — Blutgefäßdrüsen 429.
 Lymphoidzellen 6. 9. 25 etc.
 Lymphscheiden der Blutgefäße s. diese.
 Lymphwege 408. — Ductus thoracicus 408. — Lymphbahnen 409. — Injektion der Lymphgefäße 410. — Anordnung derselben 444. — Spalten 442. — Saftkanälchen oder Saftspalten 443. — Lymphdrüsen oder Lymphknoten 444. — Hülle, Rinde und Mark, Hilusstroma 444. — Follikel 444. — Septen und Spannfasern 445. — Umhüllungsraum 445. — Lymphgänge 446. — Blutgefäße 445.

Macula lutea der Retina s. Auge.
 Magen s. Verdauungsapparat.
 Magendrüsen s. Verdauungsapparat.
 Magensaftdrüsen s. Verdauungsapparat.
 Magenschleimdrüsen s. Verdauungsapparat.
 Magenschleimhaut s. Verdauungsapparat.
 Malpighi'scher Glomerulus s. Niere.
 Malpighi'sche Körper der Milz s. lymphoide Organe.
 Malpighi'sche Pyramiden der Niere s. diese.
 Malpighi'sches Schleimnetz s. Epidermis.
 Mark s. Rückenmark und verlängertes Mark.
 Mark der Nerven s. Nervengewebe.
 Markkanächen der Knochen s. Knochengewebe.
 Markmasse der Lymphdrüsen, der Niere etc. s. die betreffenden Organe.
 Meibom'sche Drüsen s. Auge.
 Melanin 6. 32.
 Membrana Descemetica (Demoursiana) s. Auge.
 Membrana hyaloidea, s. Auge.
 Membrana limitans der Retina s. Auge.

- Membrana propria der Drüsen** s. Drüsen.
Membrana tympani s. Gehörwerkzeug.
Milch s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Milchdrüse s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Milchkügelchen s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Milz s. Lymphoide Gewebe.
Milzfollikel s. Lymphoide Organe.
Milzgefäße s. Lymphoide Organe.
Milzpulpa s. Lymphoide Organe.
Mittleres Keimblatt 30.
Molekularbewegung (Brown'sche) 28.
Müller'sche Kapsel der Niere s. diese.
Müller'sche Stützfaser der Retina s. Sehwerkzeug.
Mündungen, offene, der Blutgefäße s. Blutgefäße.
Mündungen, offene, der Lymphbahnen s. Lymphwege.
Mundhöhle s. Verdauungsapparat.
Muskel s. Muskelgewebe.
Muskelbündel s. Muskelgewebe.
Muskelfaden s. Muskelgewebe.
Muskelfaser s. Muskelgewebe.
Muskelfibrillen s. Muskelgewebe.
Muskelgewebe 84. — Glatte und quergestreifte 84. — Glatte Muskulatur, kontraktile Faserzelle 84. — Vorkommen 85. — Quergestreifte 86. — Muskelfaden (-faser) 86. — Sarkolemm und Fleischmasse 87. — Muskelkörperchen 87. — Sarcous elements 88. — Fibrillen und Platten (discs) 89. — Querscheibe 89. — Nebenscheibe etc. 90. — Interstitielle Körner 90. — Herzmuskel 91. — Querschnitt des Muskels 91. — Sehnenverbindung 92. — Embryonale Entwicklung 93. — Vermehrung 94. — Fettdegeneration 94.
Muskelkörperchen s. Muskelgewebe.
Muskelnerven 213.
Muttertrompeten (Eileiter) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Mutterzellen 16.
Myeloplaxen 7.
Nagel 39.
Nagelgewebe 39.
Nasenhöhle s. Geruchswerkzeug.
Nebeneierstock (Paroarium) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Nebenhoden (Epididymis) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Nebenniere s. Blutgefäßdrüsen.
Nebenscheibe des quergestreiften Muskels s. Muskelgewebe.
Nerven s. Nervengewebe.
Nervenanordnung und -endigung 212. — Nervenscheide (Neurilemm) 212 (203). — Nervenendigung 213. — Endplatten willkürlicher Muskeln 213. — Nerven der glatten Muskulatur 215. — Nervenendigung in der Hornhaut 217. — Drüsenerven 218. — Endkolben 218. — Pacini'sche Körperchen 220. — Tastkörperchen 222. — Andere Nervenendigungen 223. — Langerhans'sche Körperchen 224.
Nervenzentren s. Nervengewebe.
Nervenbahnen s. Nervengewebe.
Nervenendigung s. Nerven-anordnung.
Nervenfaser s. Nervengewebe.
Nervenfibrillen s. Nervengewebe.
Nervengeflechte s. Nerven-anordnung.
Nervengewebe 202. — Nervenfaser und Ganglienzellen 202. — Markhaltige und marklose Nervenfaser 202. — Breite und schmale markhaltige Fasern 203. — Primitivscheide 203. — Axenzylinder 203. — Nervenmark (Markscheide) 203. — Gerinnung des Marks 204. — Querschnitt 204. — Varikositäten 205. — Ranvier's Schnürringe 205. — Blasse (Remak'sche) Nervenfaser 206. — Axen- oder Primitivfibrillen 207. — Ganglienzellen 207. — Apolare Ganglienzellen 208. — Ursprung von Nervenfaser 208. — Uni- und bipolare Ganglienzellen 209. — Multipolare G. 209. — Protoplasma- und Axenzylinderfortsätze 210. 211.
Nervenhaut (Retina) s. Auge.
Nervenhügel des Muskels s. Nervenendigung.
Nervenkitt (Neuroglia) s. Nervenzentren.
Nervenmark s. Nervengewebe.
Nervenplexus s. Nervenendigung.
Nervenhöhle s. Nervengewebe.
Nervenscheide 212.
Nervenzentren 225. — Ganglien 225. — Ihr Bau 226. — Sympathi-

- kus-227. — Sympathische Ganglien, submuköse und Plexus myentericus etc. 228. — Rückenmark 229. — Neuroglia 230. — Nervenwurzeln des Rückenmarks 231. — Weisse Masse des Rückenmarks 232. — Medulla oblongata (verlängertes Mark) 234. — Die einzelnen Theile des verlängerten Marks 235. — Kleines Gehirn (Cerebellum) 237. — Die einzelnen Theile desselben mit der Rinde 238. — Grosses Gehirn (Cerebrum) 239. — Die Bestandtheile des Grosshirns 239. — Blut- und Lymphgefässe 244.
- Netzhaut (Retina) des Auges s. Auge.
- Netzhautgefässe s. Auge.
- Netzhautschichten s. Auge.
- Netzknoorpel s. Knorpelgewebe.
- Neurilemma (Nervenscheide) 242.
- Niere 174. — Rinde und Mark 174. — Malpighi'sche oder Markpyramiden 174. — Columnae Bertini 174. — Harnkanälchen oder Bellini'sche Röhren 172. — Markstrahlen 172. — Rindenpyramiden 172. — Gefässknäuel (Glomerulus) 172. — Nierenwarzen (Papillae renales) 173. — Schleifenkanäle 173. — Ausführungsgang und sekretbildender Theil der Niere 173. — Gefässanordnung der Rindenpyramide 174. — Müller- oder Bowman'sche Kapsel 174. — Epithelverhältnisse 174. — Schaltstück 175. — Gerüstmasse der Niere 176. — Blut- und Lymphgefässe. 176. — Blutbahnen 176. — Lymphbahnen 179. — Harnwege 179. — Nierenkelche und Nierenbecken 179. — Ureter 180. — Blase 180. — Weibliche Urethra 180.
- Nierenbecken s. Niere.
- Nierenkelches s. Niere.
- Nierenwarzen s. Niere.
- Nukleolus s. Kernkörperchen.
- Nukleus s. Kern.
- Nukleus dentatus cerebelli s. Gehirn, kleines.
- Nymphae s. Geschlechtsorgane, weibliche.
- Oberhaut s. Epithelium.
- Oberhaut (Kutikula) des Haares s. Epithelium.
- Odontoblasten s. Zahnbein.
- Oesophagus (Speiseröhre) s. Verdauungsapparat.
- Ohr s. Gehörwerkzeug.
- Ohrmuschel s. Gehörwerkzeug.
- Ohrschmalz s. Gehörwerkzeug.
- Ohrschmalzdrüsen s. Gehörwerkzeug.
- Olfaktorius s. Geruchswerkzeug.
- Olivien s. Nervenzentren.
- Olliers s. Knochengewebe.
- Ora serrata retinae s. Auge.
- Orbitalmuskel s. Auge.
- Ossifikationsprozess s. Knochengewebe.
- Osteoblasten s. Knochengewebe.
- Osteoklasten s. Knochengewebe.
- Otolithen (Gehörsteine) s. Gehörwerkzeug.
- Ovarium (Eierstock) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
- Ovulum (Ei) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
- Pacchioni'sche Granulationen s. Nervenzentren.
- Pacini'sche Körperchen s. Nervenendigung.
- Palpebrae (Augenlider) s. Auge.
- Pankreas (Bauchspeicheldrüse) 158. — Inhalt 158. — Zentro-azinnäre Zellen 159.
- Panniculus adiposus 53.
- Papilla foliata der Zunge s. Geschmackswerkzeug.
- Papilla spiralis (Corti'sches Organ) der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
- Papillae circumvallatae der Zunge s. Geschmackswerkzeug.
- Papillae filiformes der Zunge s. Geschmackswerkzeug.
- Papillae fungiformes der Zunge s. Geschmackswerkzeug.
- Papillae renales s. Niere.
- Papillen der Lederhaut 62. 222.
- Parepididymis s. Geschlechtsorgane, männliche.
- Paroarium (Nebeneierstock) s. Geschlechtssystem, weibliches.
- Parotis s. Verdauungsapparat.
- Paukenfell (Trommelfell) des Ohres s. Gehörwerkzeug.
- Pedunculi cerebri s. Nervenzentren.
- Penicilli der Milzarterie s. Milz.

- Penis** s. Geschlechtsorgane, männl.
Perichondrium s. Bindegewebe.
Perikardium s. Bindegewebe.
Perilymphe (*Aquila Cotunnii*) des Ohrs s. Gehörwerkzeug.
Perimysium s. Muskelgewebe.
Perineurium (Nervenscheide) 242.
Periosteum s. Binde- und Knochengewebe.
Petit'scher Kanal des Auges s. Auge.
Peyer'sche Drüsen (Follikel) s. lymphoide Organe.
Pflasterepithelium s. Epithelium.
Pharynx (Schlundkopf) s. Verdauungsapparat.
Pia mater s. Bindegewebe und Nervenzentren.
Pigmentepithel der Retina s. Epithelium.
Pigmentzellen s. Epithelium und Bindegewebe.
Plattenepithel s. Epithelium.
Pleura s. Bindegewebe.
Plexus chorioidei des Gehirns s. Nervenzentren.
Plexus myentericus s. Nervengewebe.
Plexus der Nerven s. Nerven-anordnung.
Plica semilunaris des Auges s. Auge.
Pons Varoli s. Nervenzentren.
Porenkanälchen der Zellen 9.
Primitivfibrillen des Bindegewebes, der Muskeln und Nerven s. die betreffenden Gewebe.
Primitivscheide von Muskel und Nerv s. Muskel- und Nervengewebe.
Primordialeier s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Primordialniere s. Niere.
Processus ciliaries des Auges s. Auge.
Processus vermiformis 120.
Prostata (Vorsteherdrüse) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Protamoeba 2.
Protoplasma 2 etc.
Pulpa dentis (Zahnkeim) 80.
Pulpa der Milz s. Lymphoide Organe.
Purkinje's Ganglienzellen s. Zentralnervensystem. — Keimbläschen des Eies s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Pyramiden des verlängerten Marks s. Nervenzentren.
Pyramiden der Nieren s. Niere.
Regenbogenhaut (Iris) des Auges s. Auge.
Regio olfactoria s. Geruchswerkzeug.
Reissner'sche Membran der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
Remak's Studien über Zellenbildung 15. — Remak'sche Nervenfaser s. Nervengewebe.
Respirationsapparat s. Lunge.
Rete Malpighii s. Epithelium.
Rete testis s. Geschlechtsorgane, männliche.
Retina (Nerven- oder Netzhaut) des Auges s. Auge.
Riechhärchen s. Geruchswerkzeug.
Riechzellen s. Geruchswerkzeug.
Riesenzellen s. Myeloplaxen.
Riffzellen (Stachelzellen) s. Epithelium.
Rückenmark s. Nervenzentren.
Samen s. Geschlechtsorgane, männliche.
Samenbildung s. {Geschlechtsorgane, männliche.
Samenbläschen s. Geschlechtsorgane, männliche.
Samenfäden (Spermatozoen) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Samenkanälchen des Hoden s. Geschlechtsorgane, männliche.
Samenleiter s. Geschlechtsorgane, männliche.
Samenthierchen (Samenfäden, Spermatozoen) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Sammelröhren der Niere s. diese.
Sarcous elements des quergestreiften Muskels s. Muskelgewebe.
Sarkolemm s. Muskelgewebe.
Scala media der Schnecke s. Gehörwerkzeug.
Schamlippen s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Schamtheile des Weibes s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Scheide s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Scheide der Nervenfasern s. Nervengewebe.

- Schilddrüse (Thyreoidea) s. Blutgefäßdrüse.
 Schleimgewebe 49.
 Schleimhäute s. Bindegewebe.
 Schleimkörperchen s. Lymphoidzellen.
 Schleimnetz (Malpighi'sches) s. Epithelium.
 Schlemm'scher Kanal des Auges s. Auge.
 Schlinge s. Blutgefäße.
 Schlingennetz s. Blutgefäße.
 Schmelz der Zähne 80. — Schmelzprismen 80. — Schmelzoberhäutchen 84. — ihr Querschnitt 84. — Genese 84.
 Schmelzgewebe s. Schmelz.
 Schmelzkeim 84.
 Schmelzoberhäutchen s. Schmelz.
 Schmelzorgan 50.
 Schmelzprismen s. Schmelz.
 Schmelzsäulen s. Schmelz.
 Schneckenkanal s. Gehörwerkzeug.
 Schneckenerv s. Gehörwerkzeug.
 Schneider'sche Membran s. Geruchswerkzeug.
 Schwann's Zellenlehre 45. — S. Nervenscheide s. Nervengewebe.
 Schweissdrüsen s. Drüsen-
gewebe und Gesichtorgan.
 Schwellkörper s. Geschlechts-
organe, männliche.
 Sebum cutaneum (Hauttalg) 246.
 Sebum palpebrale (Augenbutter)
273.
 Sehhügel (Thalamus opticus) s.
Nervenzentren.
 Sehnengewebe s. Bindegewebe.
 Sehnen und Muskeln s. Muskel-
gewebe.
 Sehnenzellen s. Bindegewebe.
 Sehnerv s. Auge.
 Sehwerkzeug 257.
 Sharpey'sche Fasern der Kno-
chen s. Knochengewebe.
 Sinnesapparat s. die einzelnen
Sinneswerkzeuge.
 Sklera (Sclerotica) des Auges s.
Auge.
 Solitärdrüsen des Darmkanals
s. Lymphoide Organe.
 Speicheldrüsen s. Verdauungs-
apparat.
 Speiseröhre (Oesophagus) s. Ver-
dauungsapparat.
 Sperma (Samen) s. Geschlechts-
organe, männliche.
 Sphinkter pupillae s. Seh-
werkzeug.
 Spinalknoten s. Nervenzentren.
 Spiralblatt der Schnecke s. Ge-
hörwerkzeug.
 Spiralfaser der Ganglienzelle
s. Nervengewebe.
 Stabkranzfaserung des Ge-
hirns s. Nervenzentren.
 Stachelzellen (Riffzellen) s. Epi-
thelium.
 Stäbchen der Retina s. Auge.
 Stäbchenkörner der Retina s.
Auge.
 Stäbchenschicht der Retina s.
Auge.
 Steisdrüse 433.
 Stellulae Verheyenii der Niere
s. diese.
 Stoffwechsel der Zellen 42.
 Stomata der Gefäße s. Blut- und
Lymphgefäße.
 Strahlenkranz (Corpus ciliare) des
Auges s. Auge.
 Stränge des Rückenmarks s.
Nervenzentren.
 Strangsystem des verlängerten
Mark s. Nervenzentren.
 Straten der Retina s. Sehwerk-
zeug.
 Streifenhügel (Corpus striatum)
des Gehirns s. Nervenzentren.
 Stützzubstanz des Nerven-
systems s. Nervengewebe.
 Subarachnoidealräume s. Ner-
venzentren.
 Subduralraum s. Nervenzentren.
 Sublingualdrüse s. Verdauungs-
apparat.
 Submaxillardrüse s. Verdauungs-
apparat.
 Submuköses Gangliengeflechte
der Verdauungsorgane s.
Nervenzentren.
 Suprachorioidea (Lamina fusca)
des Auges s. Auge.
 Sympathikus s. Nervenordnung.
 Talgbildung der Hautdrüsen
439. —
 Talgdrüsen 246.
 Tastkörperchen s. Nervenendi-
gung.
 Tensor chorioideae s. Auge.
 Terminalgebilde der Nerven s.
Nervenendigung.

- Testis** (*testiculus*, Hoden) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Thalami optici (Sehhügel) s. Nervenzentren.
Theca des Eierstockfollikels s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Theilung der Zellen 45.
Thränendrüse s. Auge.
Thränengänge s. Auge.
Thymus s. Blutgefäßdrüsen.
Thyreidea (Schilddrüse) s. Blutgefäßdrüsen.
Tochterzellen 46.
Tonsillen s. lymphoide Organe.
Trachea (Lufttröhre) s. Lunge.
Trachomdrüsen s. lymphoide Organe und Auge.
Trommelfell (Paukenfell) s. Gehörwerkzeug.
Tubae Falloppii s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Tunica vasculosa des Auges s. Auge.
Tyson'sche Drüsen s. Geschlechtsorgane, männliche.

Umhüllungsräume der Lymphknotenfollikel s. Lymphwege.
Ureter s. Niere.
Urethra 480. 499.
Urnere (Wolffscher Körper) 485. 495.
Urzeugung der Zellen 45.
Uterindrüsen s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Uterus s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Uvea des Auges s. Auge.

Vagina (Scheide) s. Geschlechtsorgane, weibliche.
Varikositäten der Nerven s. Nervengewebe.
Varolsbrücke (Pons) s. Nervenzentren.
Vas aberrans Halleri des Hoden s. Geschlechtsorgane, männliche.
Vas afferens und efferens der Lymphknoten s. Lymphwege.
Vas afferens und efferens der Glomeruli der Niere s. diese.
Vasa recta der Niere s. diese.
Vasculata efferentia des Hoden s. Geschlechtsorgane, männliche.
Venae inter- u. intralobulares der Leber s. diese.
Venae vorticosae des Auges s. Auge.

Venen s. Gefäße der Blutbahn.
Verdauungsapparat 446.— **Mundhöhle** 446.— **Schleimdrüsen** 446.— **Speicheldrüsen**, **Submaxillaris** und **Sublingualis** 447.— **Veränderung der Drüsenzellen** 448.— **Parotis** 448.— **Zunge** mit ihren verschiedenen Papillen 448.— **Seröse Drüsen der Zunge** 449.— **Schlundkopf** (Pharynx) 449.— **Speiseröhre** (Oesophagus) 449.— **Magen** (Ventriculus) 450.— **Schlauchdrüsen** 450.— **Gerüste der Mukosa** 450.— **Lab- und Magenschleimdrüsen** 451.— **Blutgefäße** 452.— **Lymphbahnen** 453.— **Dünndarm** 453.— **Darmzotten und Lieberkühn'sche Drüsen** 453.— **Brunner'sche Drüsen** 454.— **Lymph- oder Chyluswege** 455.— **Fettresorption** 455.— **Dickdarm und Dickdarmschläuche** 456.— **Lymphoide Follikel des Darms** 453. 457.— **Blutgefäße** 457.— **After** 457.
Verhornung des Plattenepithel s. Epithelium.
Verknöcherungsprozess s. Knochengewebe.
Vesiculae seminales (Samenbläschen) s. Geschlechtsorgane, männliche.
Vierhügel (Corpora quadrigemina) des Gehirns s. Nervenzentren.
Vorhof des Gehörorgans s. Gehörwerkzeug.
Vorsteherdüse (Prostata) s. Geschlechtsorgane, männliche.

Wachsthum der Zellen 42.
Wanderung der Zellen 40.
Wimperbewegung s. Epithelium.
Wimperepithelium s. Epithelium.
Wolffscher Körper s. Urnere.
Wurzel des Haars s. Epithelium.
Wurzelscheiden des Haars s. Epithelium.

Zahn 78.
Zahnbein s. Zahngewebe.
Zahnfasern s. Zahngewebe.
Zahngewebe 78.— **Zahnbein oder Dentine** 78.— **Schmelz und Zement** 78.— **Zahnröhrchen** 78.— **Zement** 79.— **Interglobularräume** 79.— **Dentinzellen oder Odontoblasten** 80.— **Genese der Zähne** 84.— **Zahnwall**, **Schmelzkeim**, **Zahnkeim** 84.— **Schmelzorgan**, **Zahnsäckchen** 82.

- Zahnkeim s. Zahngewebe.
 Zahnnerven 224.
 Zahnröhrchen s. Zahngewebe.
 Zahnsäckchen s. Zahngewebe.
 Zahnschmelz s. Schmelzgewebe.
 Zapfen der Retina s. Auge.
 Zapfenellipsoid der Retina s. Auge.
 Zapfenkörner der Retina s. Auge.
 Zapfenkörper der Retina s. Auge.
 Zapfenstäbchen der Retina s. Auge.
 Zelle 3. — Nackte Zelle 3. — Zellenlehre 3. — Zelle und Cytode 4. — Zellenformen 4. 5. — Kuglige, abgeflachte und zylindrische Gestalten 5. — Spindelförmige Zellen 5. — Protoplasma 6. — Umwandlung desselben 6. — Kern (Nukleus) 7. — Kernkörperchen (Nukleolus) 7. — Kernlose Zellen 7. — Vielkernige Zellen (Myeloplaxen) 7. — Zellenhülle und Zellenkapsel 8. — Porenkanälchen 8. — Lebendiger (amöboider) Formenwechsel der Zellen 9. — Eiterkörperchen 9. — Nahrungsaufnahme und Lokomotion 10. — Eindringen von Zellen in Zellen 11. — Wimper- oder Flimmerzellen 11. — Empfindungsvermögen der Zellen 11. — Stoffwechsel 12. — Lebensdauer 12. — Todesarten der Zellen 14. — Entstehung der Zellen 15. — Spontane Genese 15. — Theilungsvorgänge 15. — Sogenannte endogene Zellbildung mit Mutter- und Tochterzellen 16. — Interzellulärsubstanz oder Gewebekitt 17. — Umwandlung der Zellen und Gewebeherstellung 17. — Umänderung der Interzellulärsubstanz 18. — Elastische Fasern 18. — Drüsen 19. — Quergestreifte Muskelfäden 20. Zellen, blutkörperchenhaltende, der Milz, s. Lymphoide Organe.
 Zellenabkömmlinge s. Zelle.
 Zellenkapseln s. Zelle.
 Zellenmembran s. Zelle.
 Zellennetz s. Zelle.
 Zement s. Zahngewebe.
 Ziliarmuskeln des Auges s. Auge.
 Zirbeldrüse (Conarium) des Gehirns 244.
 Zona denticulata und pectinata der Schnecke 253.
 Zona pellucida des Eies s. dieses.
 Zonula Zinnii des Auges s. Auge.
 Zunge s. Verdauungsapparat und Geschmackswerkzeug.
 Zungendrüsen s. Zunge (Verdauungsapparat).
 Zungenpapillen 148.
 Zwischenkörnerschicht der Retina s. Auge.
 Zylinderepithel s. Epithelium.
-

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



